

[Japanese Patent Publication No. HEI 7-50773]

(54) Title: Video Compression Apparatus and Video  
Compression Method

5 (11) Publication No.: HEI 7-50773

(43) Publication date: February 21, 1995

(19) Patent Office: JP

(21) Filing No.: HEI 6-37317

(22) Filing date: March 8, 1994

10 (71) Applicant: Sony Electronics Incorporated

(72) Inventor: Takaaki Oota

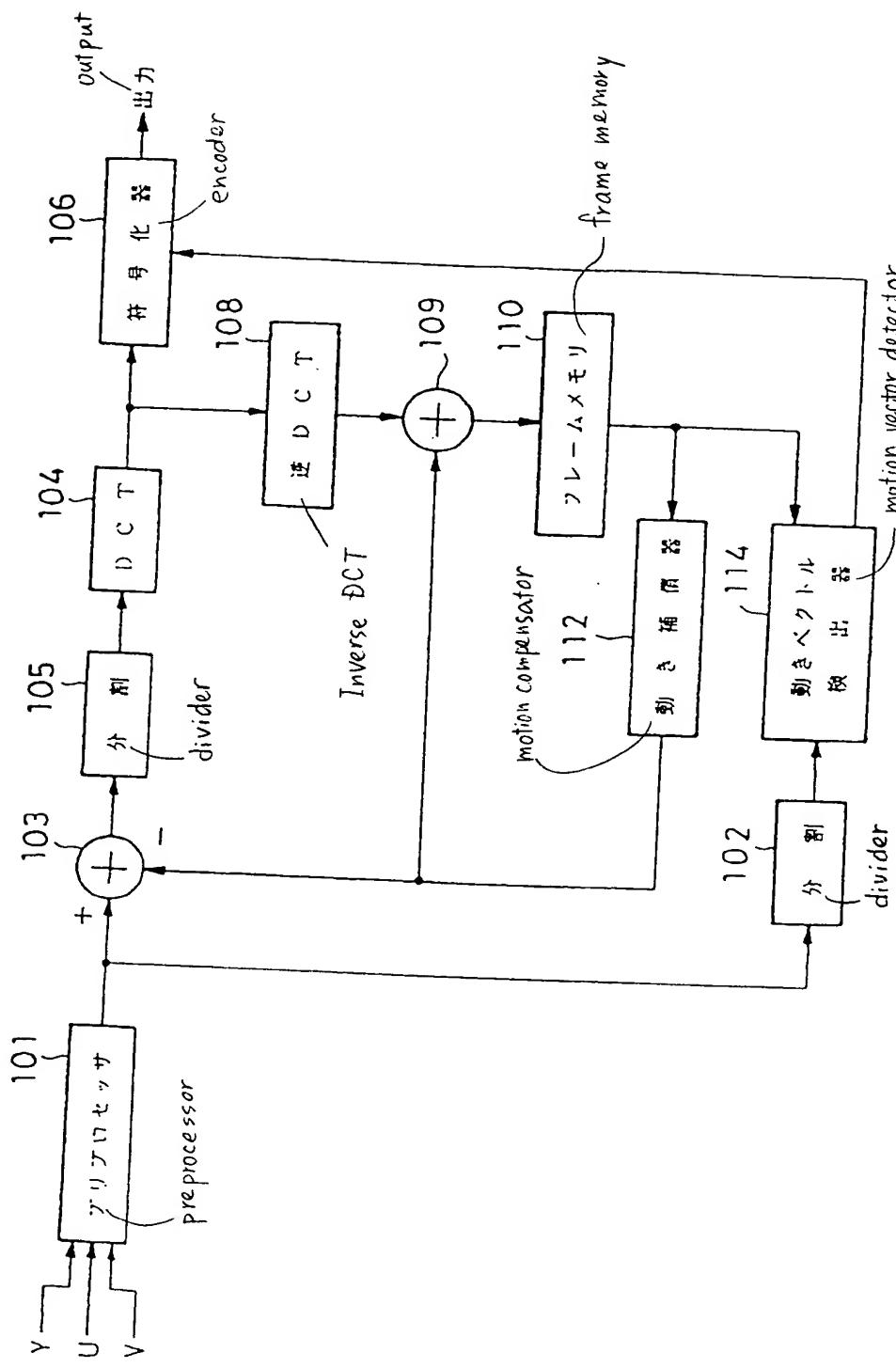
(51) Int.Cl.<sup>5</sup> H 04 N 5/232, H 03 M 7/30  
H 04 N 7/32

15 (57) [Abstract]

[Purpose] To provide a four-dimensional video motion compensation performed by rotation and zooming as well as translation of input video data.

20 [Construction] Present frame of input video data is divided into a plurality of blocks and each of the plurality of blocks is compared with corresponding block of plurality of blocks of previous frame of the input video data. Motion vector is detected by detecting a motion from the previous block (each block of the previous frame) into the present block (each block of present frame) such as rotation and zooming as well as translation.

25 30 \*Please refer to the attached figure.



本発明を用いるビデオ圧縮システム

Video Compression System According To The Invention

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-50773

(43) 公開日 平成7年(1995)2月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 04 N 5/232

Z

H 03 M 7/30

Z 8522-5 J

H 04 N 7/32

H 04 N 7/ 137

Z

審査請求 未請求 請求項の数58 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号

特願平6-37317

(22) 出願日

平成6年(1994)3月8日

(31) 優先権主張番号 027783

(32) 優先日 1993年3月8日

(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 591226575

ソニー エレクトロニクス インコーポレ  
イテッド  
SONY CORPORATION OF  
AMERICA

アメリカ合衆国 ニュージャージー州 バ  
ークリッジソニー ドライブ(番地なし)

(72) 発明者 タカアキ オオタ  
アメリカ合衆国 07631 ニュージャージ  
ー州イングルウッド, マーカム サークル  
25

(74) 代理人 弁理士 松隈 秀盛

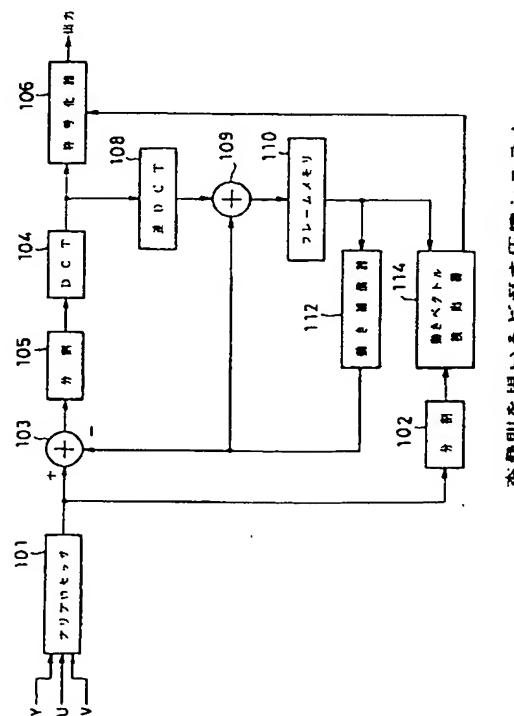
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビデオ圧縮処理用装置及び方法

(57) 【要約】

【目的】 直線運動のほか回転及びズーム運動をも考慮した4次元ビデオ動き補償を与える。

【構成】 ビデオデータの現フレームを複数のブロックに分割し、現フレームにおけるブロックを前フレームにおける対応するブロックと比較し、現ブロックの前ブロックに対する直線運動のみならず、回転及びズーム運動を検出して、1つのビデオフレームから次のビデオフレームにかけての動きベクトルを検出する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 1つのビデオフレームから次のビデオフレームにかけてのビデオ情報の直線運動を検出し、それらを表す動きベクトルデータを発生する動きベクトル発生器と、ビデオフレーム内のビデオ情報を表すビデオデータを減らすためのフレーム内空間冗長度プロセッサとを有するタイプのビデオ圧縮システムに使用する装置であって、

前のフレームから現在のフレームにかけてのビデオ情報の回転を検出する回転検出手段と、

該回転検出手段により検出された回転の大きさを表す回転ベクトルデータを発生する回転ベクトル発生手段と、上記回転ベクトルデータを上記動きベクトルデータと組合せる手段とを具える装置。

【請求項2】 上記回転検出手段は、現ビデオフレームを各々がピクセル2次元アレイより成る複数のブロックに分割するブロック分割手段と、上記現ビデオフレームの各ブロックの上記前のフレームのそれらのブロックに対する回転を検出するブロック回転検出手段とを有する請求項1の装置。

【請求項3】 上記回転ベクトル発生手段は、上記現ビデオフレームにおける上記各ブロックの相対的回転を表すブロック回転データを発生する請求項2の装置。

【請求項4】 上記ブロック回転検出手段は、上記前ビデオフレームのブロックを記憶するフレームメモリ手段と、限られたサーチ区域内に記憶された上記ブロックをサーチして、上記現ビデオフレームにおける特定のブロックとほぼ同じブロックを求めるブロック・サーチ手段とを有する請求項3の装置。

【請求項5】 上記ブロック・サーチ手段は、記憶されたブロックにおける2次元ピクセルアレイの各ピクセルを、これら各ピクセルを角度的に補間するために、第1の角度量だけ回転する手段と、上記第1の角度量だけ回転させて、上記記憶されたブロックにおける角度的に補間されたピクセルと、上記特定ブロックにおけるほぼ同じピクセルとの差を測定する手段と、

上記角度補間手段及び上記差測定手段の動作を、種々の異なる角度量に対して連続的に繰返す反復手段と、

上記反復動作の間に上記差測定手段により測定された最小の差を検出する最小差検出手段と、

上記最小差を生じる角度補間をもたらした角度量を識別する識別手段とを具える請求項4の装置。

【請求項6】 上記差測定手段は、上記特定ブロックにおける上記同じピクセルの各々と、上記記憶されたブロックにおける上記角度補間されたピクセルの各々との絶対差を、上記記憶されたブロックの各回転毎に測定する手段を含む請求項5の装置。

【請求項7】 上記最小差検出手段は、上記特定ブロックにおける殆どすべてのピクセルに対して測定した絶対

50

2

差を合算してブロック差値を与える手段と、上記記憶ブロックの殆どすべての回転から導出される最小値をもつブロック差値を記憶する手段とを有する請求項6の装置。

【請求項8】 各ピクセルを回転する上記手段は、上記記憶ブロックにおけるピクセルと一致しないピクセルを角度位置Pに回転する手段と、該角度位置Pに回転されたピクセルの値を、位置Pに近い記憶されたピクセルから導出する手段とを有する請求項5の装置。

【請求項9】 1つのビデオフレームから次のビデオフレームにかけてのビデオ情報の直線運動を表す動きベクトルデータを発生する直線動きベクトル発生器と、ビデオフレーム内のビデオ情報を表すビデオデータを減らすためのフレーム内空間冗長度プロセッサ手段とを有するタイプのビデオ圧縮システムに使用する装置であって、前フレームから現フレームにかけてのビデオ情報のズームイン及びズームアウトを検出するズーム検出手段と、該ズーム検出手段により検出されたビームの大小を表すズームベクトルデータを発生するズームベクトル発生手段と、

該ズームベクトルを上記動きベクトルデータと組合せる手段とを具える装置。

【請求項10】 上記ズーム検出手段は、現在のピクセルのビデオフレームを複数のブロックに分割するブロック分割手段と、前フレームのピクセルのブロックを記憶する記憶手段と、ズーム率によって修正された前フレームのブロックを現フレームのブロックと比較して、該現フレームの各ブロックのズームイン及びズームアウトを検出する比較手段とを有する請求項9の装置。

【請求項11】 上記比較手段は、限られたサーチ区域内で、上記ビーム率で修正された前フレームのブロックをサーチするサーチ手段と、上記現フレームの特定ブロックが上記前フレームのサーチされたブロックといつ整合するかを測定して、上記特定ブロックのズームイン又はズームアウトを検出する測定手段とを有する請求項10の装置。

【請求項12】 上記サーチ手段は、上記現フレームの上記特定のブロックと比較するために、各々が上記ズーム率で修正された、上記前フレームのピクセルの連続するサーチブロックを選択する選択手段を含む請求項11の装置。

【請求項13】 上記測定手段は、サーチブロックにおける各ピクセルを上記特定ブロックにおける対応ピクセルと比較する比較手段と、比較したピクセル間の差を表す差データを発生する手段とを有する請求項12の装置。

【請求項14】 上記選択手段は、ズーム率を選択するズーム率手段と、該選択されたズーム率で定められる大きさをもつ与えられた位置のサーチブロックを選択するサーチブロック選択手段と、上記ズーム率手段及び上記

サーチブロック選択手段の動作を、夫々ズーム率の所定範囲及び上記限られたサーチ区域にわたって繰返す反復手段とを有する請求項13の装置。

【請求項15】 上記比較手段及び上記差データ発生手段は、上記ズーム率手段及び上記サーチブロック選択手段の各繰返し毎に動作をする請求項14の装置。

【請求項16】 上記ズームベクトル発生手段は、上記ズーム率手段及び上記サーチブロック選択手段の上記繰返し毎に最小値を発生させる差データを検出し、上記最小値の差データをもたらす選択されたズーム率で上記ズームベクトルを表す差データ検出手段を含む請求項15の装置。

【請求項17】 上記サーチブロック選択手段は、選択されたサーチブロックのピクセルを、上記前フレームの上記記憶されたブロックのピクセルから補間する補間手段を含む請求項16の装置。

【請求項18】 上記補間手段は、上記記憶されたブロックのピクセルのサイズを上記選択されたズーム率により修正する手段と、該修正されたピクセルの値を記憶されたこれと近くのピクセルから導出する手段とを有する請求項17の装置。

【請求項19】 上記差データ発生手段は、上記特定ブロック内のピクセルと上記選択されたサーチブロックの補間された対応ピクセルとの間の絶対差を測定する手段と、上記特定ブロックの全ピクセルに対して測定した絶対差を合算して上記差データを作る手段とを有する請求項18の装置。

【請求項20】 1つのビデオフレームから次のビデオフレームにかけての動きベクトルを検出するビデオ動きベクトル検出装置であって、  
ビデオデータの現フレームを複数のブロックに分割するブロック分割手段と、

ビデオデータの前フレームを記憶する記憶手段と、  
サーチブロックを定め、該サーチブロックを、上記記憶された前フレームの限られた部分にわたって直線、回転及びズームイン・ズームアウト方向に変位させ、上記現フレームから分割された選択されたブロックと最もよく似たビデオデータのブロックをサーチして求めるサーチ手段と、

上記選択されたブロックと最もよく似た上記サーチブロックの直線、回転及びズームイン・ズームアウト位置に対応する動きベクトル $x, y, r$ 及び $z$ を発生する手段とをえたビデオ動きベクトル検出装置。

【請求項21】 上記サーチ手段は、上記選択されたブロックのビデオデータを上記サーチブロックのビデオデータと比較する比較手段と、双方間の最小差を検出する手段とを有する請求項20の装置。

【請求項22】 上記ビデオデータはピクセルより成り、上記比較手段は、上記選択されたブロックのピクセルを上記サーチブロックのピクセルと比較して差値を発

生し、上記検出手段は、上記サーチブロックを上記限られた部分の隅々まで変位させ終えた後、上記選択されたブロックと上記サーチブロックとの間に生じる最小差値を測定する請求項21の装置。

【請求項23】 上記サーチ手段は更に、上記サーチブロックの位置を決める座標 $x, m, y, n, r, \theta, z, p$ （ただし、 $m$ 及び $n$ は可変整数、 $\theta$ は可変角、 $p$ は可変ズーム率である。）を定める座標決定手段と、 $m, n, \theta$ 及び $p$ を選択的に変化させる手段とを有する請求項22の装置。

【請求項24】 上記比較手段は、与えられた $m, n, \theta$ 及び $p$ の値に対し、上記選択されたブロックの各ピクセルと上記サーチブロックの各対応ピクセルとの間の絶対差値を検出する手段と、該絶対差を合算して、上記選択されたブロックと上記サーチブロックとの差を表す上記差値を発生する手段とを有する請求項23の装置。

【請求項25】 上記検出手段は、上記サーチブロックを変位させるに従い、 $m, n, \theta$ 及び $p$ の各値に対して生じる最小差値を記憶する差値記憶手段を含む請求項24の装置。

【請求項26】 上記動きベクトル $x, y, r$ 及び $z$ を発生する手段は、上記記憶された差値の最小のものを生じたサーチブロックの位置を決める $m, n, \theta$ 及び $p$ の値を識別する手段と、該識別された $m, n, \theta$ 及び $p$ の値の関数として動きベクトルを発生する手段とを有する請求項25の装置。

【請求項27】 上記比較手段は更に、上記サーチブロックの位置を決める座標 $x, m, y, n, r, \theta, z, p$ が記憶されたビデオデータのブロックと実質的に一致しないとき、上記サーチブロック内のピクセル値を補間する補間手段を含む請求項23の装置。

【請求項28】 上記補間手段は、上記サーチブロックのピクセルの値を、上記記憶されたビデオデータのフレームの上記サーチブロック内の上記ピクセルに近いピクセルの値から計算する手段を含む請求項27の装置。

【請求項29】 上記 $m, n, \theta$ 及び $p$ を選択的に変化させる手段は、 $m, n, \theta$ 及び $p$ の階層的順序を最上位ファクタから最下位ファクタへと定める手段と、該最下位ファクタを第1の範囲にわたって、それより上位のファクタを一定に維持しながら変化させる手段と、上記のより上位のファクタを逆階層的順序でインクリメントした後、上記最下位ファクタの変化を繰返し、上記サーチブロックを上記限られた部分の隅々まで変位させる手段とを有する請求項23の装置。

【請求項30】 1つのビデオフレームから次のビデオフレームにかけてのビデオ情報の直線運動を検出して、それを表す動きベクトルデータを発生し、ビデオフレーム内のビデオ情報を表すビデオデータを減らすタイプのビデオ圧縮処理に用いる方法であって、  
前フレームから現フレームにかけてのビデオ情報の回転

を検出するステップと、検出した回転の大小を表す回転ベクトルデータを発生するステップと、上記回転ベクトルデータを上記動きベクトルデータと組合せるステップとを含む方法。

【請求項31】 各々がピクセルの2次元アレイより成る複数のブロックに現ビデオフレームを分割し、上記現ビデオフレームにおける夫々のブロックの、上記前フレームのそれらのブロックに対する回転を検出することにより、回転を検出する請求項30の方法。

【請求項32】 上記現ビデオフレームにおける上記夫々のブロックの相対的回転を表すブロック回転データを発生することにより、上記回転ベクトルデータを発生する請求項31の方法。

【請求項33】 上記前ビデオフレームのブロックを記憶し、限られたサーチ区域で上記記憶されたブロックをサーチして上記ビデオフレームにおける特定ブロックとほぼ同じブロックを求め、上記特定ブロックのこれとほぼ同じ上記記憶されたブロックに対する相対的回転を測定することにより、上記夫々のブロックの回転を検出する請求項32の方法。

【請求項34】 上記記憶されたブロックをサーチするステップは、記憶されたブロックにおける2次元ピクセルアレイの各ピクセルを第1の角度量だけ回転して上記各ピクセルを角度的に補間すること、上記第1角度量だけ回転され、上記記憶されたブロックにおける角度的に補間された各ピクセルと、上記特定ブロックにおけるほぼ同じピクセルとの差を測定すること、上記の補間及び差測定ステップを種々異なる角度量について連続的に繰返すこと、該繰返しの間に最小測定差を検出すること、及び、該最小差を生じた角度補間をもたらした上記角度量を識別することを含む請求項33の方法。

【請求項35】 上記第1角度量だけ回転され、上記記憶ブロックにおける角度的に補間された各ピクセルと、上記特定ブロックにおけるほぼ同じピクセルとの差は、上記特定ブロックにおける上記同じピクセルの各々と、上記記憶ブロックにおける角度補間されたピクセルの各々との絶対差を、上記記憶ブロックの各回転毎に測定して決定する請求項34の方法。

【請求項36】 上記最小測定差は、上記特定ブロックにおける殆どすべてのピクセルに対して測定された絶対差を合算してブロック差値を作り、上記記憶ブロックの殆どすべての回転から導出された最小値をもつ上記ブロック差値を記憶することにより、検出する請求項35の方法。

【請求項37】 2次元アレイ内の各ピクセルは、上記記憶ブロックにおけるピクセルと一致しないピクセルを角度位置Pまで回転し、該角度位置Pまで回転されたピクセルの値を記憶されたピクセルのうち上記位置Pに近いものから導出することにより、回転される請求項34

の方法。

【請求項38】 1つのビデオフレームから次のビデオフレームにかけてのビデオ情報の直線運動を表す動きベクトルデータを発生し、ビデオフレーム内のビデオ情報を表すビデオデータを減らすタイプのビデオ圧縮処理に使用する方法であって、

前フレームから現フレームにかけてのビデオ情報のズームイン・ズームアウトを検出し、検出したズームの大小を表すズームベクトルデータを発生し、該ズームベクトルデータを上記動きベクトルデータに組合せる方法。

【請求項39】 上記のズームイン及びズームアウトを検出するステップは、現ビデオフレームのピクセルを複数のブロックに分割し、前フレームのピクセルのブロックを記憶し、ズーム率によって修正した前フレームのブロックを上記現フレームのブロックと比較して、上記現フレームの夫々のブロックのズームイン・ズームアウトを検出することを含む請求項38の方法。

【請求項40】 上記の比較するステップは、限られたサーチ区域内で、上記ズーム率で修正された上記前フレームのブロックをサーチし、上記現フレームの特定ブロックが上記前フレームのサーチされたブロックといつ整合するかを決定して、上記特定ブロックのズームイン又はズームアウトを検出することを含む請求項39の方法。

【請求項41】 上記の限られたサーチ区域内でサーチするステップは、各々が上記ズーム率で修正された、上記前フレームのピクセルのサーチブロックを連続的に選択して、上記現フレームの上記特定ブロックと比較することを含む請求項40の方法。

【請求項42】 上記の整合を決定するステップは、サーチブロックにおける各ピクセルを上記特定ブロックにおける対応ピクセルと比較し、これらの比較したピクセルの差を表す差データを発生する請求項41の方法。

【請求項43】 上記前フレームのピクセルのサーチブロックを連続的に選択するステップは、ズーム率を選択し、与えられた位置にあり、且つ上記選択されたズーム率で決まるサイズのサーチブロックを選択し、このズーム率を選択し与えられた位置及びサイズのサーチブロックを選択するステップを、夫々ズーム率の所定範囲及び上記限られたサーチ区域にわたって繰返すことを含む請求項42の方法。

【請求項44】 サーチブロックにおける各ピクセルを上記特定ブロックにおける対応ピクセルと比較するステップと、差データを発生するステップとは、ズーム率を選択しサーチブロックを選択することを繰返す度に行う請求項43の方法。

【請求項45】 上記ズームベクトルデータは、ズーム率の選択とサーチブロックの選択を反復して得られた最小値をもつ差データを検出することにより発生し、上記最小値の差データを生じた選択されたズーム率が上記ズ

ームベクトルを表す請求項4 4 の方法。

【請求項4 6】 上記サーチブロックを選択するステップは、上記選択されたサーチブロックのピクセルを上記前フレームの上記記憶されたブロックのピクセルから補間するステップを含む請求項4 5 の方法。

【請求項4 7】 上記の補間ステップは、上記選択されたズーム率により上記記憶ブロックのピクセルのサイズを修正し、該修正されたピクセルの値を記憶されたピクセルのうちそれに近いものから導出することを含む請求項4 6 の方法。

【請求項4 8】 上記差データを発生するステップは、上記特定ブロックのピクセルと、上記選択されたサーチブロックにおける補間された対応ピクセルとの間の絶対差を測定し、上記特定ブロックのピクセルのすべてについて測定した上記絶対差を合算して、上記差データを発生することを含む請求項4 7 の方法。

【請求項4 9】 1つのビデオフレームから次のビデオフレームにかけてのビデオ動きベクトルを検出する方法であって、

ビデオデータの現フレームを複数のブロックに分割するステップと、

ビデオデータの前フレームを記憶するステップと、サーチブロックを定め、上記記憶された前フレームの限られた部分にわたって上記サーチブロックを直線、回転及びズームイン・ズームアウト方向に変位させ、上記現フレームから分割され選択されたブロックに最もよく似たビデオデータのブロックをサーチして求めるステップと、

上記選択されたブロックに最もよく似た上記サーチブロックの直線、回転及びズームイン・ズームアウト位置に対応する動きベクトル  $x, y, r$  及び  $z$  を発生するステップとを含む方法。

【請求項5 0】 上記選択されたブロックにおけるビデオデータを上記サーチブロックにおけるビデオデータと比較し、双方の間の最小差を検出するステップを更に含む請求項4 9 の方法。

【請求項5 1】 上記ビデオデータはピクセルより成り、上記選択されたブロックにおけるピクセルを上記サーチブロックにおけるピクセルと比較して差値を発生し、上記選択されたブロックと上記サーチブロックの間の最小差値を、上記サーチブロックを上記限られた部分の隅々まで変位させ終えた後に決定する請求項5 0 の方法。

【請求項5 2】 上記サーチブロックを変位させるステップは、上記サーチブロックの位置を決める座標  $x, m, y, n, r, \theta, z, p$  (ただし、 $m$  及び  $n$  は可変整数、  $\theta$  は可変角度、  $p$  は可変ズーム係数) を定めること、及び  $m, n, \theta$  及び  $p$  を選択的に変える手段を含む請求項5 1 の方法。

【請求項5 3】 上記選択されたブロックにおける各ピクセルと、上記サーチブロックにおける各ピクセルとの値の絶対差を合算して上記差値を発生するステップを更に含む請求項5 2 の方法。

クセルと、上記サーチブロックにおける比較された各対応ピクセルとの値の絶対差を、与えられた  $m, n, \theta$  及び  $p$  の値に対して検出し、これら絶対差を合算して上記選択されたブロックと上記サーチブロックとの差を表す上記差値を発生するステップを更に含む請求項5 2 の方法。

【請求項5 4】 上記選択されたサーチブロックにおける上記比較されたビデオデータ間の最小差を、上記サーチブロックを変位させるとときの  $m, n, \theta$  及び  $p$  の各値に対する得られる最小差値を記憶することにより、発生する請求項5 3 の方法。

【請求項5 5】 動きベクトル  $x, y, r$  及び  $z$  を、上記記憶された差値の最小のものをもたらした上記サーチブロックの位置を決める  $m, n, \theta$  及び  $p$  の値を識別し、上記動きベクトルを該識別した  $m, n, \theta$  及び  $p$  の値の関数として発生することにより、作成する請求項5 4 の方法。

【請求項5 6】 上記選択されたブロックにおけるビデオデータを上記サーチブロックにおけるビデオデータと比較するステップは、上記サーチブロックの位置を決める座標  $x, m, y, n, r, \theta$  及び  $z, p$  が記憶されたビデオデータのブロックと実質的に一致しないとき、上記サーチブロックにおけるピクセル値を補間することを含む請求項5 2 の方法。

【請求項5 7】 上記補間は、上記サーチブロックにおけるピクセル値を、該サーチブロックにおける上記ピクセルに近い、ビデオデータの上記記憶フレームのピクセルの値から計算することにより、実行される請求項5 6 の方法。

【請求項5 8】 上記選択的に  $m, n, \theta$  及び  $p$  を変化させるステップは、最上位ファクタから最下位ファクタへ  $m, n, \theta$  及び  $p$  の階層的順序を定め、該最下位ファクタを第1の範囲にわたって変化させると共にそれより上位のファクタは一定に維持し、上記のより上位のファクタを逆階層的順序にインシリメントしたあと、上記最下位ファクタの変化を繰返し、これにより上記サーチブロックを上記限られた部分の隅々まで変位させる手段を含む請求項5 2 の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ビデオ圧縮に関するものである。もっと詳しくいえば、或るビデオフレームから次ビデオフレームへのビデオ画像情報の運動（動き）、即ち回転及びズーム運動を表す動きベクトルの検出及び発生に関する。

【0002】

【従来の技術】 テレビジョン信号のようなデジタル形式のビデオ情報の送信や記録は、高品質ビデオ画像の精確な再生を確実とするために、大量のデジタル情報を必要とするのが一般的である。例えば、画像情報の各ビデオ

フレームをデジタル化する場合、約250Mbpsを要する。高品位テレビジョン(HDTV)の出現と共に、HDTV画像の再生に必要な情報量はかなり増加している。また、高忠実度音声再生のために提案されたデジタル規格は、なおデジタルデータを追加しないと満たされないと考えられており、デジタルビデオシステムにおける送信(データ伝送)レートは約1000Mbpsのオーダー(桁数)になると予想される。

【0003】上述のデータ要件のため、ビデオ画像の各フレームに含まれる全ビデオ情報をフレーム毎にデジタル化することは、非実際的であった。しかも、個々のシーンの1ビデオフレームに含まれるビデオ情報は、直前のフレームに含まれるビデオ情報と全く類似(多くの場合、殆ど同一)であることが認められるので、ビデオフレーム全部をデジタル化すると、大部分に冗長なデータが含まれることになる。この冗長度は、データ圧縮技法を用いることにより、帯域幅及びデータ伝送レートの大幅な節約が実現できることを示唆している。これまで、2つのタイプのビデオ圧縮処理が提案された。即ち、或るビデオ情報フレーム内の空間(的)冗長度を利用して、該フレームを表すに要するデジタルデータ量を減らすフレーム内圧縮と、或るフレームから次のフレームにかけての情報の冗長度を利用して、変化を表すデジタルデータのみを送信するフレーム間圧縮とである。

【0004】与えられたフレームの空間冗長度をなくすため、種々の数学的モデルが提案された。全くうまくやくことが分かりデジタル処理によって実施された1つの技法は、ビデオフレームに含まれるビデオ情報の直交変換(例えば、離散的コサイン変換(DCT))に頼るものである。当業者には周知のように、DCT処理は、デジタル化されたピクセルの如きビデオ情報のビデオフレームを  $n \times n$  ピクセルアレイより成る複数ブロックに分割したあと、各ブロックの離散的コサイン変換を行うものである。異なる周波数成分のDCT係数を発生し、閾レベルを越える係数のみを更に処理する。これにより、ビデオフレームを表すに要するデータがかなり減少し、画質が少し低下するが、視聴者には容易に分からない。これらのDCT係数を量子化した後ハフマン符号化のような可変長符号化を行えば、更にデータの減少又は圧縮が達成される。その結果、HDTVフレームの如きビデオ情報のフレームを表すに要するデータ量は、かなり減少する。

【0005】フレーム間符号化とは、新しいフレーム(以下「現フレーム」という。)の先行フレーム、例えば直前のフレームに対する変化のみを送信又は記録する処理をいう。フレーム間に殆ど変化がない場合、現フレームを表すのに極めて少ないデータで済む。しかし、新フレームの前フレームに対する相似性が少ない場合、例えば、新しいシーンの最初のフレームが現れた場合、現フレームを表すに要するデータ量は大きくなるので、

現フレームを表すのに単にフレーム内符号化に頼る方がもっと効率的であろう。したがって、実際の送信や記録システムでは、ビデオフレームを表すに要するデジタルデータの最適の減少又は圧縮を達成するように、適宜フレーム内及びフレーム間符号化を使用している。フレーム間符号化において送信又は記録されるフレーム間変化は一般に、現フレームを発生する先行(前)フレームのビデオ情報における局部化された運動(動き)を表すので、かかる変化を動きベクトルと呼ぶ。前ビデオフレームを表すデジタルデータに動きベクトルを加えると、現フレームが生じる。前ビデオフレームへの動きベクトルの付加はまた、動き補償又は動き予想として知られている。即ち、現フレームは、単に前フレームを表すデータに動きベクトルを加えることにより「予想」できることになる。

【0006】従来の動き補償は、現フレームの前フレームに対する直線的な動きを検出して行っている。即ち、例えば、ビデオフレームを構成する複数ブロックの垂直及び水平方向の変化を検出し、これを現フレームの対応ブロックの予想に用いる。しかし、このような直線動き補償は、前フレームにおける物体がx及びy方向にしか動かないことを前提にしている。しかし、前フレームにおける物体は、該フレームから現フレームへ回転運動をすることがある。直線的な動きベクトルの発生、即ち、直線動き補償は、かかる回転運動を正確に又は受け入れられる程度に表さないことが多い。よって、回転運動を表すのに直線動きベクトルを用いると、不満足な結果となる。

【0007】動き補償を直線動きベクトルに限ることのもう1つの欠点は、ズームイン(拡大)やズームアウト(縮小)の如く、よく使われる普通のカメラ技法を考慮できないことである。正、即ち1より大きいズーム率(比)を用いる場合、つまりカメラマンが対象に関してズームインする場合、現フレーム内の或るブロックの実効サイズが、前フレームの同一ブロックに対して増加するよう見える。反対に、ズーム率が負、即ち1より小さい場合、つまりカメラマンが対象に関してズームアウトする場合、現フレーム内の或るブロックの見かけのサイズが、前フレームの同一ブロックに比して減少する。

40 同様に、カメラに向かって、離れたりする対象の動きも、ズーム効果を起こす。直線動き補償は、このズーム率を考えていない。よって、従来の2次元動き補償では、ズームインやズームアウトの如き比較的簡単なビデオカメラ技法で作成されたビデオ画像を、思い通りに再生できないことが多い。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の課題は、通常及びHDTVのビデオ画像の両方を表すのに使用できる改良されたビデオ圧縮技法を提供することである。本発明の他の課題は、改良されたフレーム間符

## 11

号化技法を提供することである。本発明の更に他の課題は、直線的な動きのほか回転及びズームイン・ズームアウトの動きも考慮した動き補償を与えることである。本発明の別の課題は、4次元ビデオ動き補償を与えることである。本発明のなお別の課題は、或るビデオフレームから次のビデオフレームにかけての回転動きベクトルを検出する技法を提供することである。本発明の更に別の課題は、或るビデオフレームから次のビデオフレームにかけてのズームベクトルを検出する技法を提供することである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明は、一面において、隣接ビデオフレーム間、例えば前ビデオフレームから現ビデオフレームへのビデオ情報の回転を検出する技法を提供する。回転ベクトルデータを検出した回転の大きさを表すために発生し、この回転ベクトルデータを、2フレーム間の直線(的)動きを検出する直線動きベクトルの如き他の動きベクトルデータと組合せる。

【0010】本発明は、他の面において、前フレームから現フレームへのビデオ情報のズームイン及びズームアウトを検出し、検出したズームの大小を表すズームベクトルデータを発生し、これを前述の動きベクトルデータと組合せる技法を提供する。

【0011】好適な具体構成では、回転及びズーム両方のベクトルデータを発生する。これは、ビデオデータの現フレームを複数ブロックに分割し、記憶されたビデオデータ(これは前フレームを表す。)の限られた部分について直線、回転及びズームイン・ズームアウト方向に変位されるサーチブロックを作ることによって達成される。このサーチブロックは、記憶されたビデオデータのうち、現フレームから分割された選択したブロックに最もよく似たブロックを探し求める(サーチする)ためのものである。選択したブロックに最もよく似たサーチブロックの直線、回転及びズームイン・ズームアウト位置に対応する動きベクトル $x$ 、 $y$ 、 $r$ 及び $z$ を発生する。即ち、回転ベクトル $r$ は、前フレームにおける対応ブロックに対する選択ブロックの回転を表し、ズームベクトル $z$ は、前フレームにおける対応ブロックに対する選択ブロックのズームイン又はズームアウトを表す。

【0012】本発明をビデオ圧縮システムに用いる場合、4次元動きベクトル $x$ 、 $y$ 、 $r$ 及び $z$ を、前フレームを表す差分パルス符号変調(DPCM)データ(又は残差データ)に加える。ここで、前フレームとは、もっと正確にいえば、その残差フレームを表すDPCMデータである。該ビデオ圧縮システムはまた、例えばDCTプロセッサの如き直交変換プロセッサなどの、フレーム内空間冗長度プロセッサを含むフレーム内符号化器を有する。これは、圧縮データが元のビデオフレームを表すようにするためである。

【0013】本発明は、別の面において、動きベクトル

## 12

$x$ 、 $y$ 、 $r$ 及び $z$ を作るために、座標 $x m$ 、 $y n$ 、 $r \theta$ 及び $z p$ ( $m$ 及び $n$ は可変整数、 $\theta$ は可変角度、 $p$ は可変ズーム率である。)を定めることにより、サーチブロックの変位を定める技法を提供する。予め設定(プリセット)した $m$ 、 $n$ 、 $\theta$ 及び $p$ の値を用いたとき、サーチブロックにおけるピクセルを表す位置が、記憶されたビデオフレームにおけるピクセルと一致しないことがある。そのような場合は、サーチブロックにおけるピクセル値を、記憶されたフレームにおける近接ピクセルから補間する。それから、サーチブロックの補間されたピクセルと選択されたブロックの対応するピクセルとの差を定めて、動きベクトルを作るための「整合」を見付ける。

## 【0014】

【実施例】図1は、本発明を用いたビデオ圧縮システムのブロック図である。同図のビデオ圧縮システムは、フレーム内データ圧縮及びフレーム間データ圧縮を含み、後者は、或るフレームから次のフレームにかけての画像情報の直線(即ち、 $x$ 、 $y$ )、回転(即ち $r$ )及びズーム(即ち $z$ )運動を表す動きベクトルの発生手段を含む。本発明は、回転及びズーム運動を検出し、それらを表す動きベクトルを発生することを目指すものである。以下の説明から分かるように、本発明は、画像情報の $x$ 、 $y$ 、 $r$ 及び $z$ 方向におけるフレーム毎(フレームからフレームへ)の動きを特徴付ける4次元の動きベクトル情報を与えることができる。

【0015】図1のシステムは、当業者に周知のようにアナログカラー成分R、G、Bから導出されたデジタル輝度及びデジタルカラー成分Y、U及びVとして供給されるデジタル化されたカラービデオ信号を受信し、処理するように構成されている。これらのデジタルビデオ成分Y、U、Vは、公知のように、プリプロセッサ(前処理器)101で予め最初のデータ縮小処理が行われ、そして合成される。図1に示すように、該プリプロセッサ101は、デジタルビデオ情報をデータ圧縮装置に供給するが、該ビデオ情報は一般にフレーム期間の有用で可視的な画像情報を含むラインに含まれる画素、即ちピクセルより成る。

【0016】本発明を用いるデータ圧縮装置は、分割モジュール又は回路102及び105、直交変換回路(DCT)104、フレームメモリ110、動き補償器112並びに動きベクトル検出器114を有する。分割モジュール102は、プリプロセッサ101に結合され、フレーム期間に含まれるデジタルビデオピクセルを受け、これらのピクセルを一定数のブロックに分割する。各ブロックは、 $n \times n$ ピクセルアレイより成る。或る具体例では $n=8$ であるが、所望により $n$ の値を変えてよい。同様に、分割モジュール102により作られる各ブロックを $n \times m$ (ただし、 $n \neq m$ )アレイとしてもよい。プリプロセッサ101はまた、差回路103及び分

## 13

割モジュール105を経てDCT104に結合される。分割モジュール105は、公知のように、ピクセルを各々が8×8ピクセルアレイより成るブロックに分割する。分割モジュール102は、動きベクトル検出器114に結合される。

【0017】直交変換回路104は、分割モジュール105から供給された各ピクセルブロックに直交変換を行い、当該ブロックに含まれるビデオ情報を表すに要するデジタル量を減らす作用をする。直交変換回路は当業者に周知であり、好適な具体構成では、該回路104は離散的コサイン変換(DCT)回路である。DCT回路104の作用は本発明にとって重要でなく、該回路の利点や動作は、十分に文書化されており当業者に周知である。DCT回路によって作られるDCT係数は、符号化器106に供給され、動き補償器112(後述)から導出される動き補償されたフレームに逆DCT回路108を介して加えられ、フレームメモリ110に記憶される。符号化器106は、上述DCT係数を可変長符号、ランレンジス符号のような通常のデータ圧縮符号に符号化する。符号化器106により実現されるランレンジス符号の例として、周知のハフマン符号がある。符号化器106が発生するデータ圧縮符号化されたデータは、記憶や送信又は更に処理するための出力信号として供給される。

【0018】図示しないが、更にデータを圧縮するため、量子化回路をCDT回路104の出力に結合してもよい。そうすると、雑音が生じ、原ビデオデータを復元した場合、復元されたビデオデータがDCT変換を受けたビデオデータと異なるようになる。逆DCT回路108は、DCT回路104と相補的な動作を行い、DCT回路によりデータ圧縮された原ピクセルデータを復元する作用をするが、この誤差を伴う。復元されたピクセルデータは、残差(residual)フレームデータと呼ばれ、加算器109で、動き補償器112が発生した動き補償されたフレームデータと加算される。加算された出力は、プリプロセッサ101から供給されたピクセルデータのフレームを表し、フレームメモリ110に記憶される。フレームメモリ110の容量は、少なくともビデオ情報の1フレーム全部を記憶するのに十分である。したがって、フレームメモリ110に記憶されたピクセルは、プリプロセッサ101から図示のビデオ圧縮装置に供給された先行(前)フレーム期間に含まれたピクセルである。よって、ビデオ情報の現フレームが分割モジュール102に供給されるとき、ビデオ情報の前フレームはフレームメモリ110に記憶されている。フレームメモリ110の出力は、動き補償器112及び動きベクトル検出器114に結合される。

【0019】動きベクトル検出器は、本発明を含み、前フレームの画像情報に対する現フレームの画像情報における動き(運動)を検出するものである。これから詳細

## 14

に述べるように、動きベクトル検出器114は、x及びy方向における直線運動、回転運動及びズームイン・ズームアウト運動を検出する動作をする。詳しくいえば、分割回路102から動きベクトル検出器に供給される現フレームの或るブロックは、フレームメモリ110から供給される前フレームの同じブロックと比較され、現フレームのブロックが前フレームのその位置から直線的に、回転して、及び(又は)ズーム率によって動いたかどうかが検出される。即ち、動きベクトル検出器は、

10 x, y, r及びz方向における4次元運動を検出する機能をもつ。かかる4次元運動の大きさ及び方向を表す動きベクトルは、符号化器106に結合され、そこで符号化され、上述の符号化されたDCT係数と並列変換され、送信又は記録される。かかる動きベクトルデータとDCT係数データ(又は残差フレームデータ)を合成すると、フレーム期間における原ビデオ情報を再生し、高品質ビデオ画像として表示するのに十分な情報を与えうることは、当業者には理解されるであろう。

【0020】動きベクトル検出器114は、動き補償器112とも結合される。動き補償器112は、前フレームにおけるブロックを、該ブロックが現フレームを生じるのに受けた運動によって調整し、現フレームにおける当該ブロックの位置を予想して決める機能をもつ。したがって、動き補償器112は、ビデオ情報の予想されるフレームを作るものと考えてもよい。この予想されたフレームを差回路103と結合し、プリプロセッサ(並列変換器)101から供給される実際の現フレームと比較する。したがって、差回路103の出力は、予想されたフレームと実際のフレームとの差を表し、この差は、DCT変換されてから符号化され、送信又は記録される。これらの差(残差フレームを構成する。)に動き補償されたフレームを加えたものは、フレームメモリ110に記憶されたビデオ情報を更新するのに用い、これにより、ビデオ圧縮装置に供給されたばかりのフレームをかなり正確に表すものをフレームメモリに記憶させることができる。或るフレームから次のフレームにかけて殆ど或いは全く動きがない場合、フレームメモリ110を更新するのに要するデータ量は極めて少なく、また、動きベクトル検出器114は殆ど或いは全く動きを検出しない。

【0021】通常、新しいビデオシーンの最初のフレームは、フレームメモリ110に記憶されたビデオ情報とは殆ど似ないので、この最初のフレームは前のフレームと無関係に符号化し、この最初のフレームを後続フレームと比較するベース(基準)としてフレームメモリに記憶するのが一般的である。即ち、この最初のフレームは、フレーム内符号化と呼ばれるもので符号化し、後続フレームをこれと比較し、それらの差のみをフレーム間符号化と呼ばれてきたもので符号化する。

【0022】図1のビデオ圧縮装置の動作は、これまで

15

述べたことから明らかであると考えられるが、次に簡単に説明する。いま、新しいビデオシーンの第1フレームがプリプロセッサ101から分割モジュール102に供給されたと仮定する。この第1シーンは、例えば、動きベクトル検出器114により作られる動きベクトルの大きさを検出することにより、直ちに検知される。このビデオ情報の現フレームはまた、分割モジュール105によって分割され、DCT回路104により離散的コサイン変換を受け、符号化器106によりデータ圧縮フォーマット符号化され、フレームメモリ110に前に記憶された動き補償（された）フレームに加算され（この第1シーンの場合、記憶された前フレームはないと考える。）、それからフレームメモリに記憶される。

【0023】ビデオ情報の次のフレームを受けると、フレームメモリ110に記憶された前のフレームに対する、このフレームにおける直線、回転及びズーム運動が、動きベクトル検出器114によって検出される。動きベクトル検出器により作られる動きベクトルデータは、DCT回路104により作られた残差フレームを表すDCT係数と一緒に符号化器106に供給される。残差フレームは、動きベクトルと一緒に符号化され、場合に応じて送信されたり、記録されたりする。

【0024】動きベクトル検出器が作成した動きベクトルは、動き補償器112に供給され、動き補償器は、これら動きベクトルを使ってフレームメモリ110に記憶されている前ビデオ情報フレームを修正する。動き補償器が作成した動き補償された前フレームは、分割モジュール102に供給されていた現フレームを予想したものに相当する。差回路103は、実際の現フレームと予想されたフレームの差を検出する。そして、DCT回路104によりDCT変換を受けるのは、これらの差即ち残差フレームである。DCT回路が作成するDCT係数は符号化器106によって符号化され、符号化された動きベクトルデータと共に、ビデオ圧縮装置に供給されたビデオ情報のデータ圧縮が行われる。DCT係数はまた、逆DCT回路108による逆作用を受けて、ビデオ圧縮されたばかりのフレームに含まれた残差フレームピクセルが復元される。これらの復元されたピクセルは、動き補償された、即ち予想されたフレームと加算回路109で加算され、前フレームとしてフレームメモリ110に記憶される。上述の動作は、ビデオ情報の次に受信したフレーム期間について繰返される。

【0025】好適な具体構成では、動きベクトル検出器114は、あとで詳しく述べる図19～図20に示す流れ図で表される機能を行うことのできるデジタル信号プロセッサ、マイクロプロセッサ又は固定配線回路を有するものでよい。しかし、動きベクトル検出器をもっとよく理解し評価するために、前フレームのブロックに含まれるビデオ情報が該フレームから次のフレームにかけて動きを示す様子について、次に述べる。まず図2において

16

て、Aは前フレーム122のブロック1, 2, 3, ……16を示し、Bはそれらのブロックが相対的運動又は位置変化として現フレーム124になる様子を示す。ただし、前フレーム122のブロックが直線運動のみを行って現フレーム124に再構成される場合を示す。例えば、ブロック1及び2は- $x$ 方向に動き、ブロック3は- $x$ 方向及び+ $y$ 方向に動いている。ブロック4は- $y$ 方向に動き、ブロック5は静止したままである。残りのブロックの $x$ 及び $y$ 変位、即ち直線運動は、図2のAとBを比較すれば明らかである。

【0026】前フレーム122から現フレーム124へかけてのブロックの動き、例えばブロック1の動きは、記憶された前フレーム122のピクセルと、現フレーム124におけるブロック1を構成するピクセルとの整合又は一致（match）を求ることにより、動きベクトル検出器144にて検出される。同様に、フレーム122からフレーム124へのブロック2の動きも、現フレームのブロック2を構成するピクセルと、前フレームの対応ブロック2のピクセルとの整合を求ることにより、検出される。かような探索は、型板（template）として働くサーチブロックを定め、該ブロックを $x$ 及び $y$ 方向に変位し、現フレームのブロックとほぼ同じ前フレームのブロックにサーチブロックが重なるまでこれを続けることにより、実施される。

【0027】この整合は、サーチブロックを種々の異なる直線位置に置いて、該サーチブロックに含まれるピクセルが、いま考えている現フレームのブロックに含まれるピクセルとほぼ同じになるときを検出することにより、決定する。例えば、サーチブロックの上記の各位置についてピクセル毎の比較を行い、サーチブロックに含まれる各ピクセルと、現フレームのブロックの対応ピクセルとの差を合算してブロック差値を作る。サーチブロックが新しい位置に動くと、別のブロック差値が出来る。サーチブロックを限られたサーチ区域にわたって変位させ、これらのブロック差値を記憶させる。そして、記憶したブロック差値の最小のものを選んで、当該ブロックの直線動きベクトルを表す。

【0028】図3は、限られたサーチ区域130を $x$ ,  $y$ 方向に変位され、現フレームにおける特定のブロックと前フレームにおける対応ブロック128との整合を求めるためのサーチブロック126を示す。1つの具体構成では、サーチブロック126は現フレームにおける特定のブロックでよく、これを $x$ ,  $y$ 方向に直線的に変位させ、前フレームにおけるブロック128と一致するまでこれを続ける。サーチブロックがブロック128と一致する該ブロック126の $x$ 変位及び $y$ 変位は、 $x$ 及び $y$ 動きベクトルとして使用する。即ち、動きベクトル検出器114が作成する $x$ 及び $y$ ベクトルデータは、前フレームから現フレームにかけてのブロック128の直線運動の大きさを表す。

17

【0029】図2のA及びBは、1フレームから次のフレームへのピクセルブロックの直線運動が検出される様子を示した。しかし、ブロック128のような前ブロックが前フレームから現フレームにかけて回転運動を受けると、直線運動を検出しても正確に回転運動を表すものは得られない。図4は、前フレーム142における1以上のブロック1～16が、夫々回転運動（並びに直線運動）を受けて現フレーム144を構成するブロックとなる様子を示す。即ち、前フレーム142のブロック1, 2, …, 16の各々が回転すると、これらブロックの個々の回転は図4のBに示すようになり、現フレーム144を構成する。かような回転運動を検出し、図4のBに示す大きさ及び方向をもつ、ブロック1～16の回転を表す回転ベクトルデータを発生することが、本発明の大きな特徴である。

【0030】図5は、サーチブロック146が、限られたサーチ区域150をx及びy方向に直線的に、且つベクトルrで表される方向に回転して変位され、現フレーム（これよりサーチブロックが取出される。）における特定ブロックと、前フレームにおける対応ブロック148との整合を検出する様子を示す。例えば、現フレームにおける所定のブロックに対応する型板と考えてよいサーチブロックを、限られたサーチ区域150内でインクリメント（増分）量x及びyだけ新座標位置に変位し、それから該サーチブロックを正負方向（即ち、時計方向及び反時計方向）に回転させて、該サーチブロックと前フレームのブロック148との整合を求める。サーチブロックは、ブロック148をサーチする間、直線と回転の両方に順序正しく変位されることが分かるであろう。

【0031】サーチブロック146の任意の与えられた位置が座標x m, y n及びrθによって定まる、と仮定しよう。ただし、m及びnは可変整数（正及び負の両方）で、θは可変角度とする。サーチブロックの特定位置は、m, n及びθの個々の値によって定まる。m, n及びθの各値に対し、記憶された前フレームの、サーチブロックによって囲まれるピクセルを、現フレームの与えられたブロックの対応ピクセルとピクセル毎に比較する。比較したピクセル間の差を合計して、ブロック差値を作る。m, n及びθの各値に対して得られたブロック差値を記憶する。サーチブロック146を限られたサーチ区域150にわたり直線及び回転変位したあと、記憶された最小のブロック差値を選び、そのブロック差値を発生したm, n及びθの値を、直線及び回転ベクトルデータの発生に使用する。最小のブロック差値が現フレームの与えられたブロックと前フレームのブロック148の整合を表すことは、よく分かるであろう。したがって、m, n及びθの値は、現フレームの当接ブロックに対するブロック148の直線及び回転運動の量を表す。

【0032】直線及び回転運動を検出する上記技法は、直線運動のみの検出より著しい改良をもたらすが、画像

18

を構成するビデオ情報は、対象をズームイン（拡大）又はズームアウト（縮小）して作成することがある。運動の4次元を表すズームベクトルが存在するとき、これを検出することが望ましい。図6及び7は、1ブロックから次のブロックへのズーム操作の効果を示す。

【0033】いま、現ブロック154が4×4ピクセルアレイより成るものとし、各ピクセルを154 (m, n) で表すこととする。ただし、mはx座標、nはy座標を表す。説明を簡単にするため、ズームイン操作が1フレームから次のフレームにかけて行われ、現フレームのブロック154が前フレームのブロック156より拡大されたと仮定する。図6のBは、前ブロック156を現ブロック154の上に重ね、ブロック156の4×4ピクセルアレイをピクセル156 (m, n) によって表したものである。したがって、ビデオ情報の前フレームと現フレームの与えられたブロックの整合を求めるとき、型板として用いるサーチブロックをズーム率zによって補正し、縮小したサイズの前ブロック156と現ブロック154の比較を適正に行わねばならない。即ち、ビデオ情報の前フレームをサーチするとき、前フレームのブロックを「縮小」しなければならない。

【0034】図7は、現ブロック162のような現フレームのブロックのサイズが、ズームアウト操作によって受ける影響を示す。簡単のため前と同様に、現ブロックを図7のAに示すようにピクセル162 (m, n) の4×4アレイより成るものとし、図7のBに、ズームアウト操作によりその上に重ねられた前フレーム164を示す。図6のBでは、現ブロック156のサイズが増加したズーム率を、1より大きい分数と考えてよく、図7のBでは、現ブロック162のサイズが減少したズーム率を、1より小さい分数と考えてよい。

【0035】本発明のこの特徴に従い、ズーム率が1より大きい場合に前フレームのビデオ情報の整合を求めるとき、該ズーム率を前ブロック156の「縮小」に用い、1より小さいズーム率を用いる場合にビデオ情報の前フレームの整合を求めるとき、該ズーム率を前ブロック164の「拡大」に用いる。ズーム率が存在するかどうか及び、存在する場合、ズーム率が1より大きいか小さいかが分からぬことが多いので、可変ズーム率z<sub>P</sub>（ただし、Pは変数）をもつサーチブロックを定め、限られたサーチ区域にわたりサーチブロックを直線及び回転変位させると、サーチブロックの各位置x m, y n及びrθでPを1より小さい値から1より大きい値まで変化させるのがよい。

【0036】現フレームにおけるほぼ同じブロックを作るために、前フレームのブロックの直線、回転及びズーム運動を組合せたものを図8に示す。図8のAはブロック1, 2, …, 16より成る前フレーム170を示し、これらのブロックが、夫々x及びy方向における直線運動並びに回転及びズーム運動を受けている。かかる

動きベクトルの結果、前フレーム170を構成するブロックは、図8のBに示す現フレーム172に作り直される。ただし、図8のBは、説明のためだけのものである点に注意されたい。例えば、図8のBでは、ブロック1に対するズームアウト及びブロック4に対するズームインを示している。1フレームから次のフレームのズーム率に2つの異なるタイプのものを用いることは、単一のフレームに1つのシーンがある場合には余りないことである。勿論、特殊効果、編集、スーパーポーズ及び対象がカメラに対し近づいたり遠ざかったりする動きを用いる場合は、図8のBに示すような2つの異なるタイプのズーム率が混じったものになるであろう。ただし、本発明を理解するためには、これを無視してもよい。

【0037】図9に、前フレームのビデオ情報が現フレームにおける与えられたブロックに整合するブロック176の動きブロックを求める模様を示す。同図において、型板として用いるサーチブロック174を限られたサーチ区域178にわたってx, y及びr方向に変位させ、サーチブロック174の各インクリメント位置に対して該サーチブロックのサイズをズーム率zによって変える。即ち、整数m及びn、角度θ及びズーム率pを変えることによりサーチブロックを種々の異なる座標x, m, y n, r θ及びz pに変位させる。m, n, θ及びpの各々の各変化と共に、サーチブロックにより定まるビデオ情報と現フレームの与えられたブロックとをピクセル毎に比較し、ブロック差値を作る。上述のように、サーチブロック174の変位から生じるブロック差値を全部記憶し、最小ブロック差値を選ぶ。該ブロック差値を生じるm, n, θ及びpの値を直線、回転及びズーム・ベクトルデータの発生に使用する。このような4次元データは、前フレームから現フレームにかけての各ブロックの動きを正確に表し、且つ規定するものである。この4次元データを、符号化器106によって符号化し、DCT回路104からの符号化されたDCT係数と組合せ、圧縮されたビデオデータとして送信又は記録するのである。

【0038】サーチブロックを定め、これを直線、回転及びズーム変位させ、現フレームの或るブロックと前フレームの対応ブロックとの整合を求め、4次元動きベクトルを発生する模様を図10～19に示す。これらを簡単に説明する。本発明の特徴として、現フレームのピクセルブロックを前フレームの記憶ピクセルと比較し、4方向x, y, r及びzにインクリメント変位されるサーチブロックを定め、該サーチブロックを、現フレームのブロックと比較する前フレームのピクセルを定める型板として用いることにより、「整合」を特定（識別）している。サーチブロックを変位させるのに種々の技法を使用できるが、好適な具体構成では、ズーム率zをそのプリセット範囲、例えばズーム率-5からズーム率+5にわたって変化させ、それから回転座標rをインクリメン

トし、そのあと再びズーム率zをその範囲-5から+5にわたってインクリメントする。これを、r座標のプリセット範囲、例えば-π/6ラジアンから+π/6ラジアンにわたる変化に対して繰返す。それからx座標をインクリメントし、上述の動作をもう一度繰返す。その間に、サーチブロックで囲まれるピクセルが現フレームにおけるブロックのピクセルと比較される。

【0039】このx, r及びz座標のインクリメントは、x座標のプリセット範囲-8から+8にわたって繰返される。そのあと、y座標をインクリメントする。ここでまた、y座標の各インクリメント変化に対して、z座標をそのプリセット範囲にわたって変化し、それからr座標をインクリメントし、そしてr座標をそのプリセット範囲にわたり変化し終わった後、x座標をインクリメントする。x座標をそのプリセット範囲にわたって変化し終わった後、y座標をインクリメントする。y座標が同様にプリセット範囲-16から+16にわたってインクリメントされ、現フレームの或るブロックとの整合を求めるためのサーチブロックの変位が完了する。その後、現フレームにおける新しいブロックを選択し、上述のサーチ動作を繰返し、この新しく選択したブロックと記憶された前フレームのピクセルとの整合を求める。整合を生じる特定のx, y, r及びzの値、即ち、現フレームの選択されたブロックのピクセルと前フレームの記憶されたピクセルとの間の最小差をもたらす値は、4次元動きベクトルx, y, r及びzを導出するために使用する。

【0040】図10のAにおいて、ブロック184は前フレームで、これは、現フレームのブロック186に対し座標xz, yz及びz1をもつサーチブロックによって定められる。図10のAにおける前フレームのブロック184は、回転変位を受けない、即ちr=0と仮定する。前フレームに含まれるピクセルをa, b, c, …, pで示し、現フレームの選択されたブロック186における対応ピクセルをa', b', …, p'で示す。特定の座標(xz, yz, r0, z1)をもつ前ブロック184と選択されたブロック186との整合を決めるため、ピクセルaとa', bとb', …, pとp'の差を求める。好適な具体構成では、各差の絶対値を取り、これらを合算してブロック差値を作る。このブロック差値は、サーチブロックの個々の座標位置の各々に対して（即ち、前ブロック184の種々異なる座標位置の各々に対して）記憶され、前述のように、限られた区域全部にサーチブロックを変位し終わったあと、最小ブロック差値を前ブロック184と現ブロック186の「整合」を示すものとして選択する。この整合を生じるx, y, r及びzの値は、前ブロック184の現ブロック186に対する動きを決める動きベクトルを表す。測定したブロック差値の全部を記憶する必要はなく、実際上その方がよい。即ち、ブロック差値は、その時に記憶され

## 21

ているブロック差値より小さいものを記憶する。そうすると、限られた区域にわたってサーチブロックを変位させ終わった時、記憶されているブロック差値が最小ブロック差値であることになる。

【0041】図10のBは、図10のAと似ているが、前ブロック184が回転を受けている点が異なる。即ち、 $r$ 座標を $r = \theta_1$ と想定している。都合上、前ブロック184の1コーナーを疑似原点に固定して $\theta_1$ だけ回転させるのがよい。したがって、図10のBでは、前ブロック184を定めるサーチブロックは座標 $(x_z, y_{-z}, r \theta_1, z_1)$ を示すものと想定される。そして、前ブロック184と現ブロック186のピクセルaとa', bとb', ..., pとp'が夫々比較される。比較されたピクセル間の絶対差の和が記憶される。

【0042】図10のCは、図10のBと似ているが、前ブロック184を定めるサーチブロックが $r = \theta_2$ だけ回転されている点が異なる。ただし、残りの座標 $x$ ,  $y$ 及び $z$ は前と同じである。よって、図10のCでは、前ブロック184を定めるサーチブロックが座標

$(x_z, y_{-z}, r \theta_2, z_1)$ の位置にある。図10のD, E及びFも図10のBと似ているが、図10のDは $r = \theta_3$ （図示の例では $\theta_3$ は0に等しい。）、図10のEは $r = \theta_4$ 、図10のFは $r = \theta_5$ と回転座標 $r$ を想定している点が異なる。

【0043】図10のA～Fに示した例では、前ブロック184を定めるサーチブロックのサイズが、現ブロック186のサイズより小さいことが認められるであろう。即ち、ズーム率を1より大きい分数値としている。都合上、1より小さいズーム率を負の下付き文字で、1より大きいズーム率を正の下付き文字で表す。図示しないが、ズーム率の下付き文字の値を、サーチブロックが現ブロックより大きいか又は小さいピクセル数を示すものとする。例えば、座標 $z_{-3}$ は、前ブロックが現ブロック（勿論、現ブロックは前ブロックより小さく見える。）から現ブロックに対し3ピクセルだけ大きいブロックに $x$ 及び $y$ 方向に拡大されたことを意味する。ズーム率 $z_2$ は、前ブロックが現ブロック（現ブロックは前ブロックより大きく見える。）から2ピクセルだけ小さいブロックに $x$ 及び $y$ 方向に縮小されたことを意味する。

【0044】図11のA～Fでは、 $x$ 及び $y$ 座標の値は、図10のA～Fの例に示す座標値と同じ、即ち $x_z$ 及び $y_{-z}$ であるが、ズーム率を $z_0$ としている。したがって、サーチブロックにより定められる前ブロック184のサイズは、現ブロック186のサイズと同じである。これらの座標 $(x_z, y_{-z}, z_0)$ の下で、回転座標 $r$ が次のように変化している。即ち、図11のBでは $r = \theta_1$ 、図11のCでは $r = \theta_2$ 、図11のDでは $r = \theta_3$ 、図11のEでは $r = \theta_4$ 、図11のFでは $r = \theta_5$ である。図11のB～Fに示す各座標 $(x_z,$

## 22

$y_{-z}, r \theta, z_0)$ に対し、前ブロック184と現ブロック186のピクセルaとa', bとb', ..., pとp'の差を測定し、これらの差を合算して前述のブロック差値を求める。

【0045】図12のA～Fは、座標 $(x_z, y_{-z}, z_{-1})$ に対する、回転範囲が $\theta_1 \sim \theta_5$ にわたる前ブロック184を定めるサーチブロックの変位を示す。前ブロック184のサイズが現ブロック186のサイズより大きい、即ちズーム率が1より小さい。このズーム率に対しては、現ブロック186と記憶された前フレームのピクセルとの整合は、前フレームが対象について拡大された（勿論、現フレームは縮小されている。）との想定に基づいて求める。

【0046】図13のA～Cは、 $x$ 座標が $x_z$ から $x_1$ に変わり、 $y$ 座標が $y_{-z}$ のままであり、ズーム座標が $z_1$ で、回転座標が $\theta_1$ （同図B）から0（同図A）を経て $\theta_5$ （同図C）に変化する例を示す。簡単にするため、 $\theta$ の他の値は図13の例には示していない。しかし、各座標 $x_1, y_{-z}, r \theta, z_1$ に対し、ピクセルaとa', bとb', ..., pとp'の差を取り、ブロック差値として記憶することは分かるであろう。

【0047】図14のA～Cは、図13のA～Cと似ているが、ズーム率 $z$ を $z_0$ とした点が異なる。サーチブロックによって定められる前ブロック184は回転変位を受けており、 $r$ 座標が $r = 0$ （同図A）、 $r = \theta_1$ （同図B）及び $r = \theta_5$ （同図C）のように変化している。サーチブロックの各インクリメント変位に対し、それによって囲まれるピクセルa, b, ..., pを現ブロック186の対応ピクセルと比較し、サーチブロックのかかる各位置に対するブロック差を取る。

【0048】同様に、図15のA～Cは、座標 $(x_1, y_{-z}, z_{-1})$ に対する、サーチブロックによって定められる前ブロック184の種々の回転変位を示す。ここでは、ズーム率 $z$ を1より小さく取り、したがって、サーチブロックのサイズが現ブロックのサイズより大きくなり、ズームアウト動作を示している。

【0049】図16のAは、 $x$ 方向のインクリメント変位の他の例を示し、サーチブロックにより定められる前ブロック184の座標は、 $(x_0, y_{-z}, r_0, z_1)$ である。図16のBは、図16のAに示すサーチブロックのインクリメント回転変位を示し、サーチブロック184 aは角回転 $r = \theta_1$ を、サーチブロック184 bは角回転 $r = \theta_2$ を、サーチブロック184 cは角回転 $r = \theta_5$ を夫々示す。即ち、図16のAに示すサーチブロックは、同図のBに示すタイプのインクリメント回転を受ける。

【0050】図17では、サーチブロックが水平方向に更に他の変位を受けており、 $x$ 座標は $x_{-1}$ である。ここでもまた、簡単にするため、ズーム率 $z$ を $z_1$ とし、 $y$ 座標を $y_{-z}$ のままでいる。この座標 $(x_{-1}, y_{-z},$

## 23

$z_1$  ) をもつサーチブロックについて、図17は、サーチブロックの選択された角回転を示す。サーチブロック184aは回転座標  $r = \theta_1$  を、サーチブロック184bは回転座標  $r = \theta_3$  を、サーチブロック184cは回転座標  $r = \theta_5$  を夫々示す。前と同様、図示のサーチブロックと現ブロック186の各々のブロック差値を取り、これらを記憶する。

【0051】図18は、図17と似ているが、前ブロック184を定めるサーチブロックの座標を  $(x-z, y-z, z-z)$  として示す。したがって、サーチブロックのx及びy座標は図17と変わっており、ズーム率zを1より小さいものとして  $z-z$  で示す。

【0052】図19は、前ブロック184を定めるサーチブロック座標が  $(x-z, y-z, z-z)$  である更に他の例を示す。サーチブロックのx及びy座標が変わっており、ズーム率は1より大きく、このようなサーチブロックの回転座標を変えている。図19から分かるように、サーチブロック184の回転座標が或る範囲にわたり変わっている、サーチブロック184aは  $r = \theta_1$  に位置し、サーチブロック184bは  $r = \theta_3$  に位置し、サーチブロック184cは  $r = \theta_5$  に位置している。前と同様、サーチブロック184a, 184b及び184cの各々と現ブロック186とのブロック差値、即ちこれらサーチブロックのピクセルと現ブロック186のピクセルとの差を取り、記憶する。

【0053】図10～19について上述したように、 $x, y, r$  及び  $z$  をそれらのプリセット範囲にわたり変化させた後、得られた最小ブロック差値を選択し、この最小ブロック差値をもたらした座標  $x_m, y_n, r_\theta$  及び  $z_p$  を用いて動きベクトル  $x, y, r$  及び  $z$  を導出する。即ち、現ブロック186と前ブロック184の整合を生じた、これらの座標で表されるようなサーチブロックの特定の位置やサイズは、現ブロックを生じた前ブロックの直線回転及びズーム運動を決めるのに使用する。

【0054】前フレームの同じブロックに対する、現フレームのピクセルブロックの回転を更に図20に示す。前ブロック194のピクセル194aは、任意の原点に対し座標  $X, Y$  の位置にあると仮定する。前ブロック192の対応ピクセル192aは、座標  $X', Y'$  の位置にあるのが見える。現ブロック194を生じる前ブロック192の回転を角  $A$  で表す。そうすると、前ブロックのピクセル192aの座標位置  $X', Y'$  は、座標  $X, Y$  及び回転角  $A$  に関し次の式で表せる。

$$X' = X \cos A - Y \sin A \quad (1)$$

$$Y' = X \sin A + Y \cos A \quad (2)$$

したがって、現ブロック194に含まれるピクセルが既知であれば、前ブロックの対応ピクセルの位置は上式

(1) 及び (2) から決まる。いいかえると、サーチブロックを現ブロックに対し角度  $A$  だけ回転させると、回

10

20

30

40

50

## 24

転したサーチブロックの位置  $X', Y'$  にあるピクセルは、上式から確かめられる。後述のように、記憶された前フレームのピクセルは、座標位置  $X', Y'$  に正確に位置しないことがある。そんな場合、この位置  $X', Y'$  のピクセルは、記憶された前フレーム内で該位置に近接(又は隣接)するピクセルからその値を補間することにより、決定することができる。

【0055】図21は、座標位置  $X, Y$  にある現フレームのブロック198のピクセル198aと、前フレームのブロック196の対応ピクセル196aとの、これらフレーム間のズーム比(率)を  $z$  としたときの関係を示す。例えば、前ブロックが現ブロックに対し縮小されたことを意味する拡大動作によって現ブロック198が作られ、前ブロックの現ブロックに対するサイズが減少している、と仮定する。また、ピクセル198aと196aは、夫々現及び前ブロック198, 196における同じピクセルであり、ピクセル198aは座標位置  $X, Y$  にあり、ピクセル196aは座標位置  $X', Y'$  にあるものとする。そして、ズーム比を  $z$  とすると、座標  $X', Y'$  は座標  $X, Y$  から次式により導出できる。

$$X' = ZX \quad (3)$$

$$Y' = ZY \quad (4)$$

よって、ズーム比が  $Z$  で、与えられたピクセル198aの座標が既知であれば、サーチブロックの対応ピクセルを容易に決定できる。

【0056】簡単にするため、前ブロック196から現ブロック198へかけて回転運動がないと仮定した。回転運動がある場合、サーチブロックの同じピクセルの座標  $X', Y'$  は、図20について前述した回転座標決定方法と、図21について上述したズーム座標決定方法とを組合せて決定できる。

【0057】図10～19に関してこれまで、前ブロック196がサーチブロックによって定められると、一貫して述べてきた。このサーチブロックにおける座標  $X', Y'$  にあるピクセル196aは、記憶された前フレームのピクセルと正確に一致しないことがある。そんな場合、座標  $X', Y'$  にあるピクセル196aの値は、前フレーム内のそれに近接するピクセルから補間して決める。図22に、サーチブロックのピクセル値を記憶された前フレーム内の近接ピクセルから補間する模様を示し、これを次に説明する。

【0058】図20に示した回転、図21に示したズーム率又は図2のBに示した如き直線変位又はそれらの組合せのために、サーチブロックにおける特定のピクセルが、ピクセル196aで表すように、座標  $X, Y$  の点にあり、このピクセルの値を  $P_1 (X, Y)$  で表すことにする。このピクセルは、前フレームの隣接ピクセル196b, 196c, 196d及び196eの近くにあるものの、これらの実際のピクセルのどれとも一致しない。都合上、ピクセル196bの座標は  $(X', Y')$  であ

り、ピクセル196cの座標は $(X' + 1, Y')$ であり、ピクセル196dの座標は $(X', Y' + 1)$ であり、ピクセル196eの座標は $(X' + 1, Y' + 1)$ であるとする。そして、ピクセル196bと196cの距離をPD区分より成るものと仮定する。PDは、例えば、10の如き任意の都合のよい整数でよい。また、ピクセル196bと196dも、同じPD区分だけ離れているものとする。

【0059】ピクセル196aの隣接ピクセル196b\*

$$\begin{aligned} P_1(X, Y) = & [(X', Y') \cdot (PD - RX) \cdot (PD - RY) \\ & + (X' + 1, Y') \cdot RX \cdot (PD - RY) \\ & + (X', Y' + 1) \cdot (PD - RX) \cdot RY \\ & + (X' + 1, Y' + 1) \cdot RX \cdot RY] / (PD \cdot PD) \end{aligned} \quad (5)$$

ただし、 $RX = (X - X') \cdot PD$   
 $RY = (Y - Y') \cdot PD$

上式(5)は、一旦座標X, Y及びピクセル196b～196eの位置が分かれれば、適当にプログラムされたマイクロプロセッサ又はデジタル信号プロセッサによって容易に実現できる。実際的な具体構成では、座標X, Yは図20及び21に示すように容易に決定でき、ピクセル196b～196eは、勿論、記憶された前フレームに含まれるピクセルである。

【0060】これより、図23, 24に示す流れ図を用いて、動きベクトル検出器114により4次元動きベクトルx, y, r及びzを定める様子を説明する。1つの具体構成では、この流れ図を適当にプログラムされたマイクロプロセッサにより実施でき、好適な具体構成では、この流れ図を実行するのにデジタル信号プロセッサ又は固定配線プロセッサを使用できる。

【0061】図23に示すように、動きベクトル検出ルーチンは、プリプロセッサ101から供給されるビデオ情報の次のフレームを取り込み、このフレームを現フレームに指定する命令202で始まる。次に、取込んだフレームが、シーンの最初のフレームの如き第1のフレームであるかどうかを決めるため、質問204が行われる。第1フレームの場合は、命令206が実行され、該ビデオ情報がフレーム内符号化によって圧縮され、該フレーム内の空間冗長度が、直接コサイン変換又は当業者に周知のその他の空間冗長度減少技法によって減ぜられる。次いで、圧縮された符号化されたビデオ情報は、207で復号され、命令208で前フレームとして記憶される。それから、ルーチンは、命令202に戻り、プリプロセッサ101から供給されるビデオ情報の次のフレームを取込む。

【0062】取込んだフレームがシーンの第1フレームでない場合、質問204に否定回答が出され、ルーチンは命令210に進み、現フレーム(即ち、命令202により取込まれたフレーム)を複数のブロックに分割する。図1では、この分割動作は分割回路102で行われ※50

\*～196eに対する位置は、図22に示すとおりである。即ち、ピクセル196aのX座標は、ピクセル196bからX-X'だけ離れ、ピクセル196cから1-(X-X')だけ離れている。ピクセル196aのy座標は、ピクセル196bからY-Y'だけ離れ、ピクセル196dから1-(Y-Y')だけ離れている。これより、座標X, Yにあるピクセル196aの値は、次式より計算できる。

※る。

【0063】その後、ルーチンは命令212に進み、現フレーム内の1ブロックを選択する。このブロックは、図10～19に示したブロック186である。次に、命令214が実行され、図10～19に示したサーチブロックの1つの如き、座標x, y, r, zをもつサーチブロックを定める。これらの座標は、もっと正確に書けばxm, yn, rθ, zpとなる。ただし、m, n, θ及びpは、前述のような夫々の範囲にわたって個々に変化するものである。

【0064】サーチブロックが定まるとき、その中の各ピクセルを、命令216で表すように、選択した現ブロックの対応ピクセルと比較する。例えば、各ピクセルは、該ピクセルの輝度に対応する8ビット・キャラクタで表わせるであろう。そして、現ブロック内の8ビット・ピクセルとサーチブロック内の8ビット・ピクセルとの絶対差が得られる。サーチブロック内の8ビット・ピクセルは、サーチブロック内のその座標位置が前フレーム内のピクセルと一致しない場合に、図22に示した方法で補間される。夫々比較されたピクセルの各々について得た差を合算してブロック差値を作り、現ブロックとサーチブロックのブロック差値が最小値のとき、これを218で記憶する。

【0065】代替策として、ブロック差値は、現及びサーチブロックのピクセルの差の自乗の和を取るような普通のエラー検出技法或いはその他の従来技法によって作ってもよい。

【0066】現ブロックとサーチブロックのブロック差値を測定した後、上述したように、他のブロック差値と比較して最小値が記憶されると、ルーチンは質問220に進み、座標x, y, r及びzの選択した1つの値の全部をサーチし終わったかどうかを確かめる。この例では、質問220は、ズーム座標zをすべてサーチし終わったかどうかを決めている。そうでない場合、ルーチンは命令222に進み、ズーム座標zを1つだけインクリメントし、サーチブロックを、例えばそのサイズを縮小

27

して変位させる。その後、命令216, 218及び質問220を繰返す。

【0067】前と同様に、命令218は、インクリメントされた座標について得られたブロック差値の最小のものを記憶させる。ルーチンは、それから、命令216, 218, 222及び質問220より成るループを、ズーム座標のプリセット値すべてのサーチが終わるまで循環する。即ち、サーチブロックが変位されるに従い、その各変位が現ブロックと比較される。ズーム座標をすべてサーチし終わると、質問220に肯定回答が出され、ルーチンは図24に示す質問224に進む。

【0068】ここで、回転座標値のサーチがプリセットされた範囲にわたって全部終了したかどうかが質問される。この質問に否定回答が出ると、命令226が実行され、回転座標値 $r$ がインクリメントされる。この回転座標のインクリメントにより、サーチブロックの角回転が生じる。ルーチンは、それから、命令216に戻り、変位されたサーチブロックのピクセルが再び現ブロックのピクセルと比較される。そして前と同様、ルーチンは、命令216, 218, 222及び質問220により成るループを、ズーム座標 $z$ がその全範囲にわたってインクリメントされ終わるまで循環する。次に、もう1度質問224が行われ、ここで否定回答が出されたとする。そうすると、上述の動作が再び繰返される。

【0069】ルーチンは、回転座標のインクリメントがその全範囲にわたって終了するまで、ズーム座標 $z$ 及び回転座標 $r$ のインクリメントを何度も繰返す。ルーチンが質問224に到達した時に肯定回答が出されると、ルーチンは質問228に進み、 $x$ 座標値すべてのサーチが終わったかどうかを調べる。そうでない場合、 $x$ 座標が命令230で示すようにインクリメントされ、ルーチンは再び命令216に戻る。

【0070】 $x$ 座標の各インクリメント変化に対し、ルーチンは、命令222を含むルーチンを循環する。 $z$ 座標をその全範囲にわたってインクリメントし終わると、命令226で表されるように回転座標 $r$ がインクリメントされ、 $z$ 座標の各値に対し、サーチブロックと現ブロックがピクセル毎に比較される。最後に、回転座標 $r$ をその全範囲にわたってインクリメントし終わると、 $x$ 座標がもう1度インクリメントされる。この反復動作は、 $x$ 座標のインクリメントがその全範囲にわたって終了するまで続く。その後、ルーチンが質問228に戻った時に肯定回答が出ると、質問232が行われ、 $y$ 座標値すべてのサーチが終わったかどうかを調べる。そうでない場合、命令234が実行され、 $y$ 座標を1つだけインクリメントする。ルーチンはそれから、命令216に戻り、上述の反復動作をもう1度繰返す。

【0071】上述の説明から、 $x$ ,  $y$ ,  $r$ 及び $z$ 座標のインクリメントの順序が階層的に定められていることが分かるであろう。これらの座標のどれか1つを最小階層

50

28

値をもつものとして選択し、どれか他の座標値を最高階層値をもつものとして選択してもよいが、本例では、ズーム座標が最小階層値を示し、 $y$ 座標が最高階層値を示すものとした。より高い階層値をもつ座標は、次に低い階層値をもつ座標がその全範囲にわたってインクリメントされた後にのみ、1つだけインクリメントされる。このようにして、命令214で定められたサーチブロックが、限られたサーチ区域にわたって直線、回転及び拡大・縮小変位を受け、該サーチブロックによって定められる前ブロックのピクセルが、現ブロックの対応するピクセルと比較される。

【0072】図20～22について前述したとおり、サーチブロックのピクセルが前フレームの記憶されたピクセルと一致しないことがある。そんな場合、サーチブロックのピクセル値を、記憶された前ブロックのこれに隣接するピクセルから補間する。現ブロックのピクセルとサーチブロックの対応ピクセルの差を、現ブロックのピクセルをサーチブロックの補間されたピクセルと比較することにより、測定する。

【0073】サーチブロックの全変位に対する最小ブロック差値が、命令218の反復実行によって表されるように、記憶される。質問232に対する肯定回答によって表されるように、 $y$ 座標がその全範囲にわたってインクリメントされ終わると、ルーチンは命令236に進み、その最小ブロック差値を使用する。命令236で示すように、最小ブロック差値を生じた $x$ ,  $y$ ,  $r$ 及び $z$ 座標を得る。即ち、この最小ブロック差値に関し座標 $x_m$ ,  $y_n$ ,  $r_\theta$ 及び $z_p$ が記憶されている場合、 $m$ ,  $n$ ,  $\theta$ 及び $p$ の値を $x$ ,  $y$ ,  $r$ 及び $z$ 方向における動きベクトルの発生に用いる。換言すると、最小ブロック差値を生じたサーチブロックの位置を定める $m$ ,  $n$ ,  $\theta$ 及び $p$ の値を特定し、これらの値を動きベクトルの発生に使用するのである。

【0074】動きベクトルの発生後、ルーチンは、命令236から質問238に進み、そこで、現フレームにおける分割された最後のブロックと、前フレームの記憶されたビデオ情報の比較が終わったかどうかを調べる。即ち、最後の分割ブロックと前ブロックとの整合を求め終わったかどうかを調べる。そうでない場合、ルーチンは、命令212に戻り、座標 $x$ ,  $y$ ,  $r$ 及び $z$ の新しいサーチブロックを定める。それから、上述の反復動作を繰返す。

【0075】最後に、現フレームの分割ブロックのすべてと前フレームのブロックとの比較が終わり、質問238に達すると、肯定回答が出る。そうすると、命令240が実行され、命令236で作られた動きベクトルが符号化器106(図1)により符号化され、あとで対応ビデオ画像の再生に用いるため、送信又は記録される。

【0076】また、動きベクトルは復号され、図1に示すように、フレームメモリ110に記憶された前フレー

ムを補償するのに用いられる。動き補償されたフレームは、DCT変換回路104(図1)から導出された残差フレームと加算され、命令242で示すように、前フレームとして記憶される。ルーチンはそれから、図23に示す始めに戻り、次のフレームのビデオ情報のための4次元動きベクトルを決定する。

【0077】これまで特定の好適な具体構成について本発明を説明したが、本発明の精神及び範囲を逸脱することなく当業者が種々の変更、変形をしうることは、容易に理解されるであろう。例えば、個々の座標をインクリメントする階層的順序を、上述の例にのみ限定する必要はない。また、現ブロックと前ブロックを比較して両者間の「整合」を検出するために、どんな技法を用いてもよい。現ブロックの各ピクセルと前ブロックの対応ピクセルとの差の絶対値を合算することは、ブロック差値を取るに考えられる唯一の手段ではない。前述のとおり、差の自乗の和を用いてもよく、当業者に周知の他の技法を本発明に取入れてもよい。更に、4次元動きベクトルの符号化について述べたが、本発明は、符号化ステップの使用に頼ったり、限定されたりするものではない。

【0078】本明細書では、サーチブロックを、現ブロックと比較する前ブロックを定めるための型板として用いたが、サーチブロックを、或る前ブロックと比較する現ブロックを定めるための型板として使ってもよい。よって、特許請求の範囲は、本明細書で述べた実施例、上述したそれらの変形や変更及びそれらに対するすべての均等物を含むと解釈されることを意図するものである。

【0079】

【発明の効果】以上述べたとおり、本発明によれば、従来の2次元ビデオ動き補償でなく4次元ビデオ動き補償を与えることができるので、直線的な動きのほか回転やズームの動きを含むビデオデータを圧縮した場合、従来より画質が向上した再生画像が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を用いるビデオ圧縮システムの例を示すブロック図である。

【図2】前フレームのブロックが直線運動をして現フレームのブロックが再構成される例を示す説明図である。

【図3】図2に対応するサーチブロックの動作を示す説明図である。

【図4】前フレームのブロックが直線運動及び回転運動をして現フレームのブロックが再構成される例を示す説明図である。

【図5】図4に対応するサーチブロックの動作を示す説明図である。

【図6】前フレームのブロックがズームインにより現フレームのブロックに変わる例を示す説明図である。

【図7】前フレームのブロックがズームアウトにより現フレームのブロックに変わる例を示す説明図である。

【図8】前フレームのブロックが直線、回転及びズーム運動をして現フレームのブロックが再構成される例を示す説明図である。

【図9】図8に対応するサーチブロックの動作を示す説明図である。

【図10】前フレームのピクセルから決めたサーチブロックを直線、回転及びズーム変位させて、現フレームの与えられたブロックとの整合を求める例1を示す説明図である。

10 【図11】前フレームのピクセルから決めたサーチブロックを直線及び回転変位させて、現フレームの与えられたブロックとの整合を求める例2を示す説明図である。

【図12】前フレームのピクセルから決めたサーチブロックを直線、回転及びズーム変位させて、現フレームの与えられたブロックとの整合を求める例3を示す説明図である。

【図13】前フレームのピクセルから決めたサーチブロックを直線、回転及びズーム変位させて、現フレームの与えられたブロックとの整合を求める例4を示す説明図である。

20

【図14】前フレームのピクセルから決めたサーチブロックを直線及び回転変位させて、現フレームの与えられたブロックとの整合を求める例5を示す説明図である。

【図15】前フレームのピクセルから決めたサーチブロックを直線、回転及びズーム変位させて、現フレームの与えられたブロックとの整合を求める例6を示す説明図である。

30

【図16】前フレームのピクセルから決めたサーチブロックを直線、回転及びズーム変位させて、現フレームの与えられたブロックとの整合を求める例7を示す説明図である。

【図17】前フレームのピクセルから決めたサーチブロックを直線、回転及びズーム変位させて、現フレームの与えられたブロックの整合とを求める例8を示す説明図である。

40

【図18】前フレームのピクセルから決めたサーチブロックを直線、回転及びズーム変位させて、現フレームの与えられたブロックとの整合を求める例9を示す説明図である。

50

【図19】前フレームのピクセルから決めたサーチブロックを直線、回転及びズーム変位させて、現フレームの与えられたブロックとの整合を求める例10を示す説明図である。

【図20】現フレームのブロックのピクセルの、前フレームの対応ブロックの同じピクセルに対する回転を示す説明図である。

【図21】ズームイン動作の場合の、現フレームのブロックのピクセルの前フレームの対応ブロックの同じピクセルに対する変化を示す説明図である。

【図22】サーチブロックのピクセルを前フレームのピ

31

クセルから補間する方法を示す説明図である。

【図23】本発明により4次元動きベクトルを発生する動作(その1)を示す流れ図である。

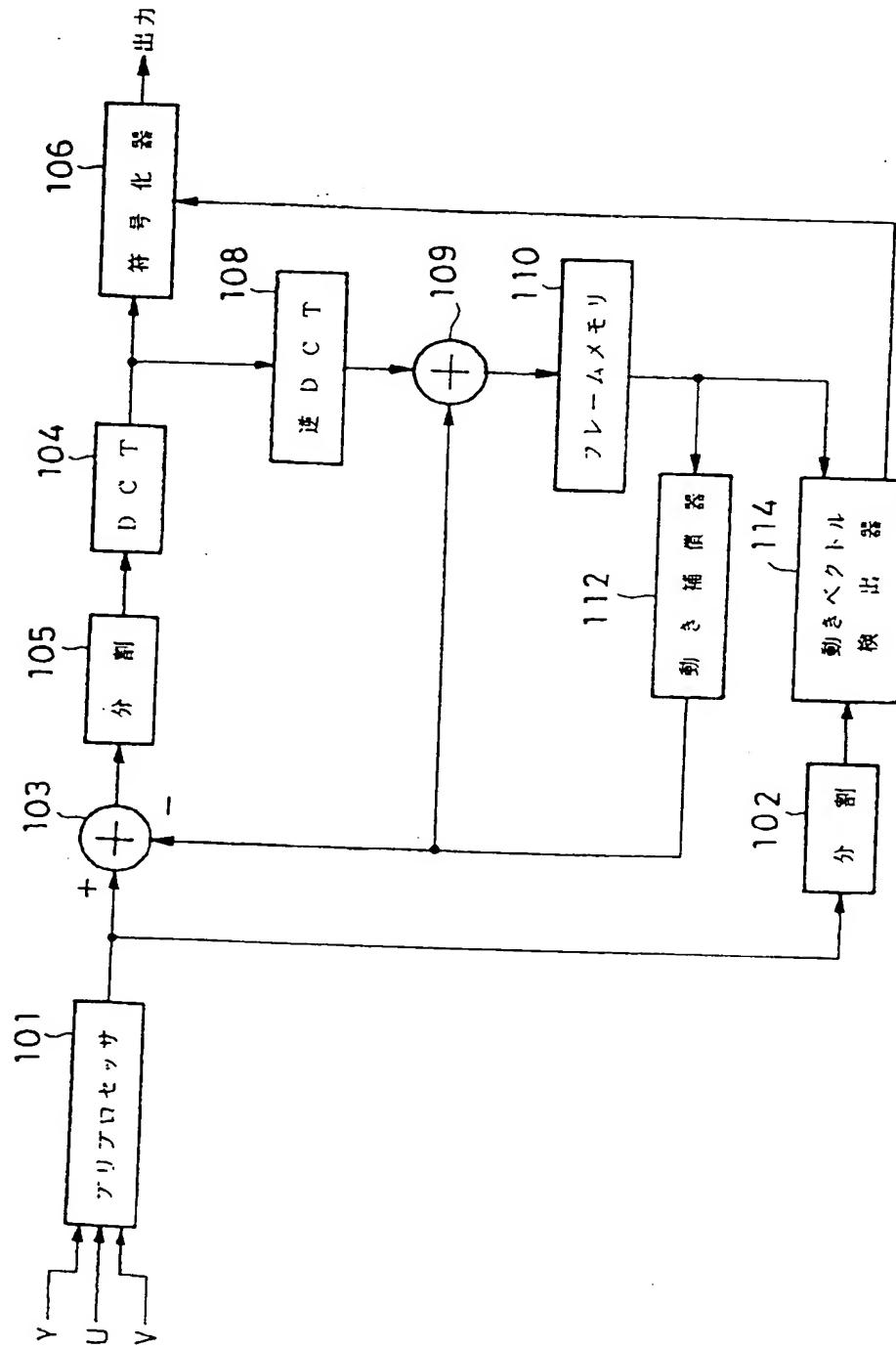
【図24】本発明により4次元動きベクトルを発生する動作(その2)を示す流れ図である。

32

## 【符号の説明】

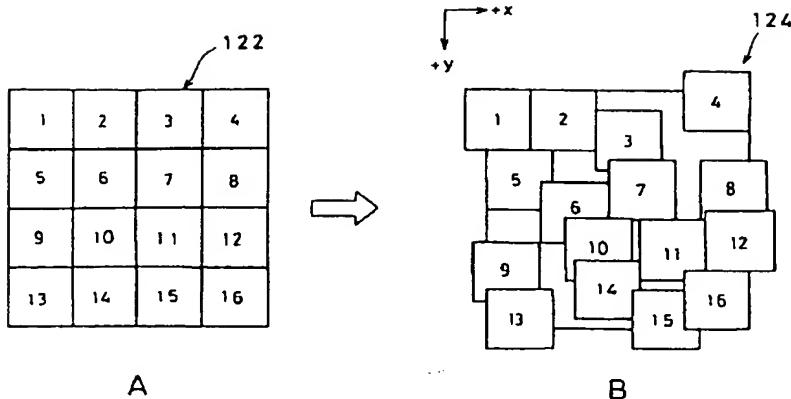
102, 105 分割手段  
110 フレームメモリ  
114 動きベクトル検出手段  
106 符号化器

【図1】



本発明を用いるビデオ圧縮システム

【図2】



A

前フレームから現フレームへの直線運動

【図3】

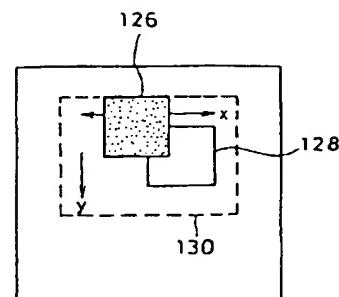
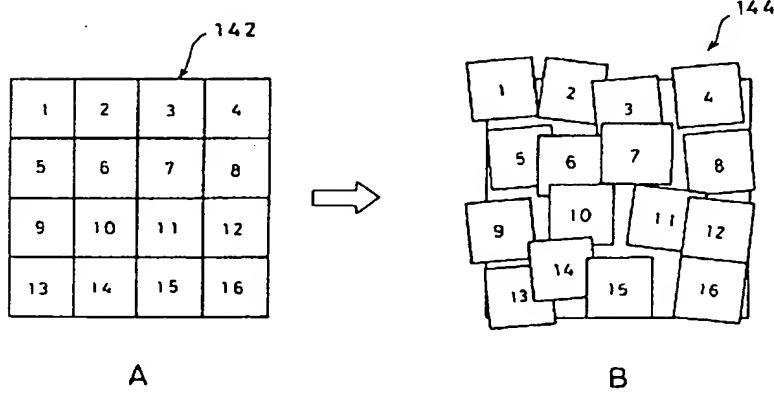


図2に対するサーチブロックの動作

【図4】



A

B

前フレームから現フレームへの直線及び回転運動

【図5】

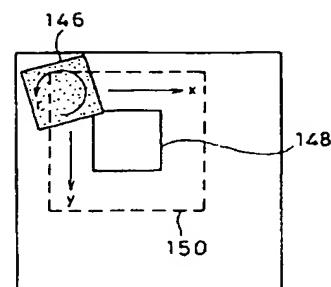
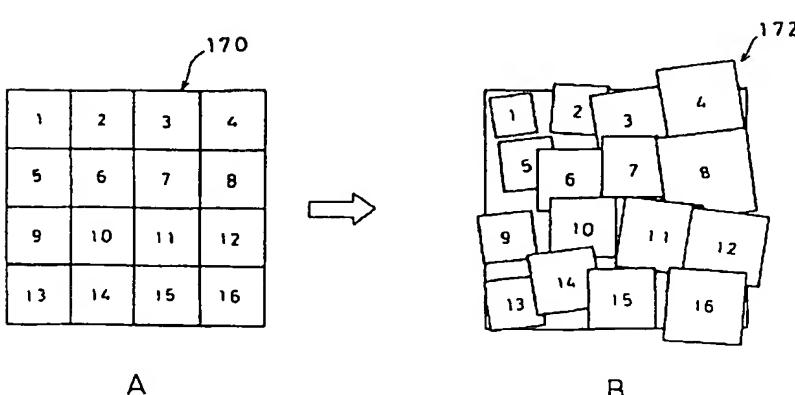


図4に対するサーチブロックの動作

【図9】



A

B

直線、回転及びズーム運動の組合せ

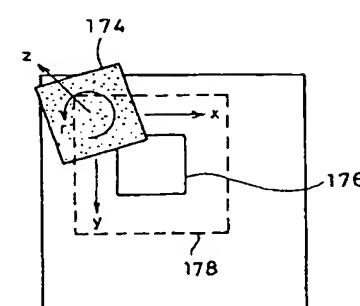
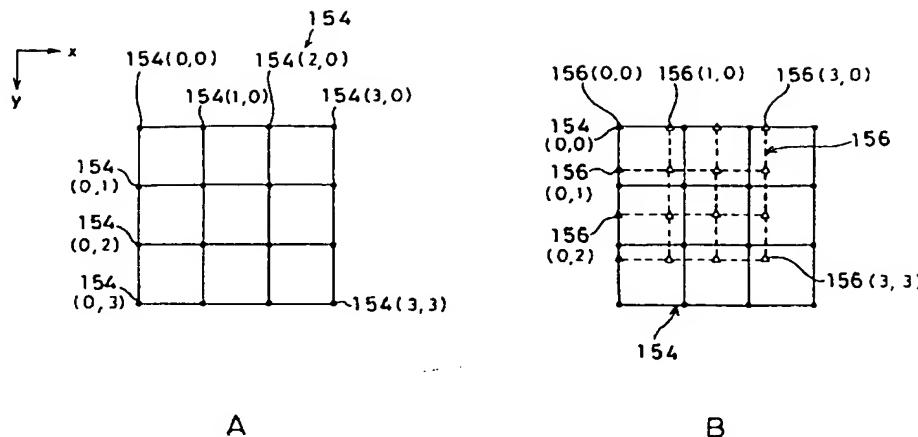


図8に対するサーチブロックの動作

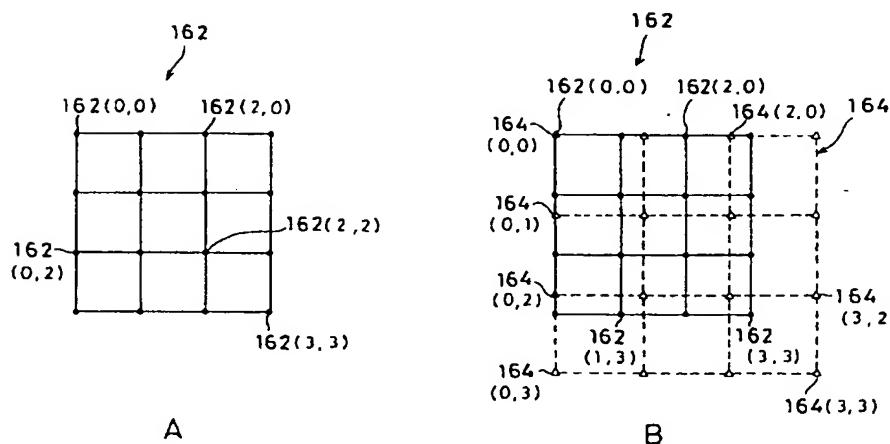
【図8】

【図 6】



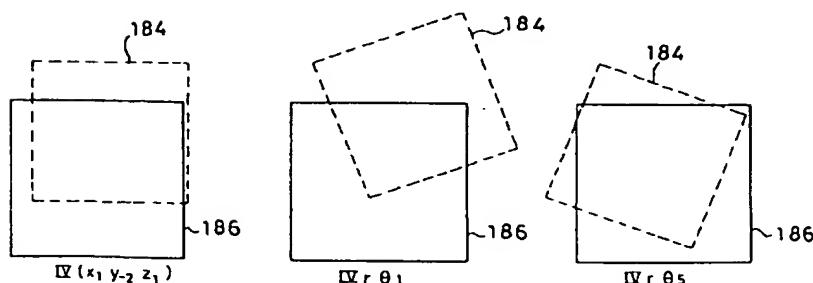
前フレームから現フレームへの拡大

[図 7]



### 1竹フレームから現フレームへの縮小

【図13】



A

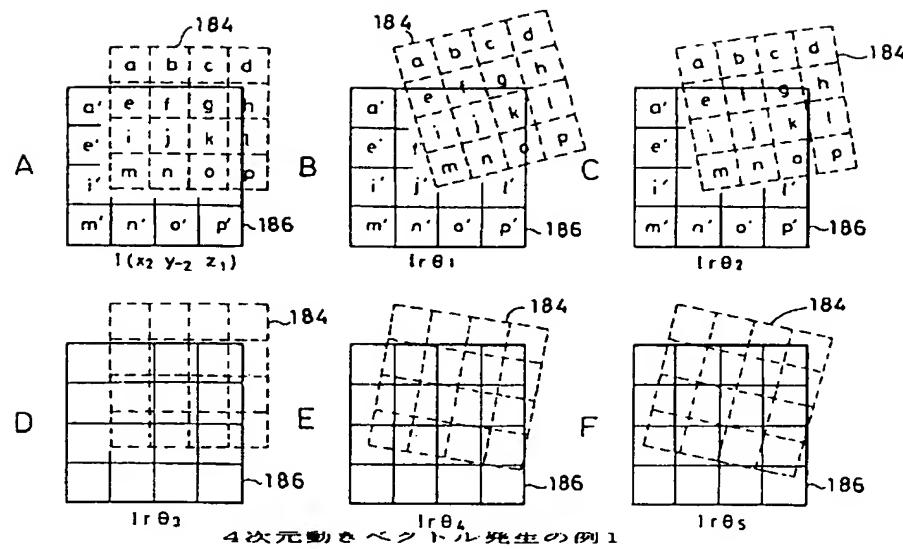
B

8

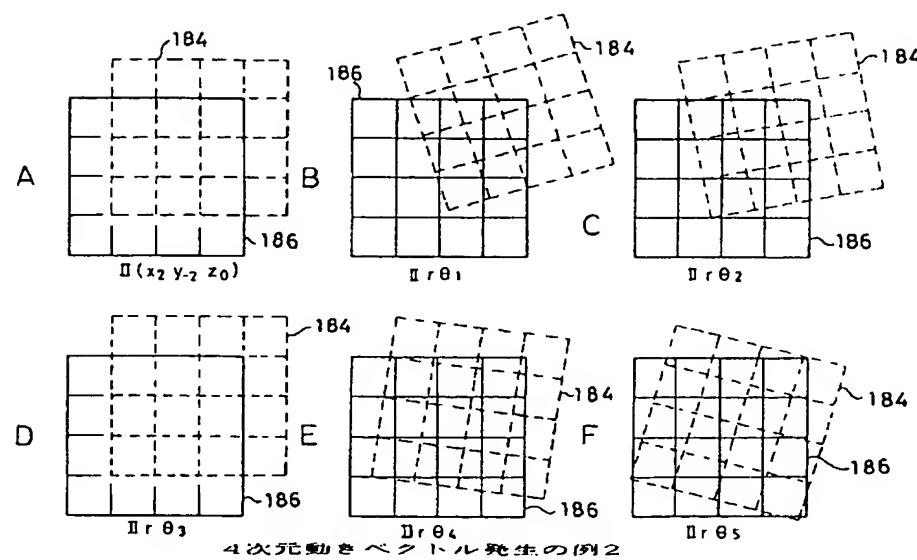
### 4次元動きベクトル発生の例8

#### 4次元動きベクトル発生の例

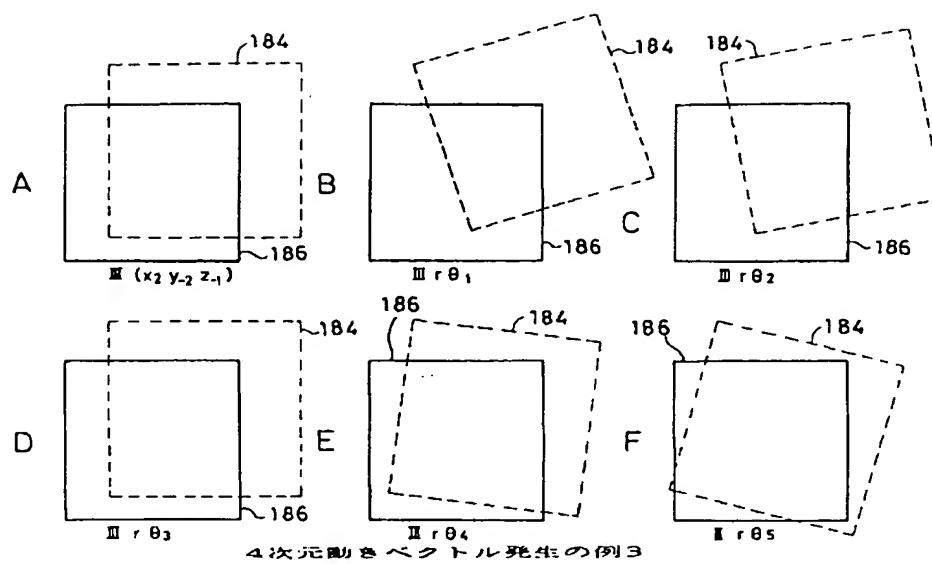
[図10]



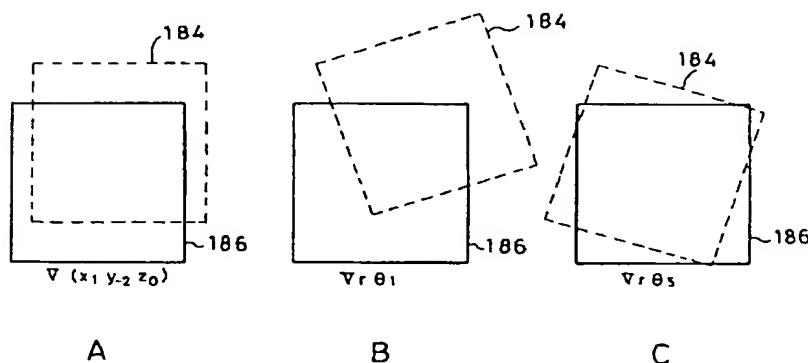
[図11]



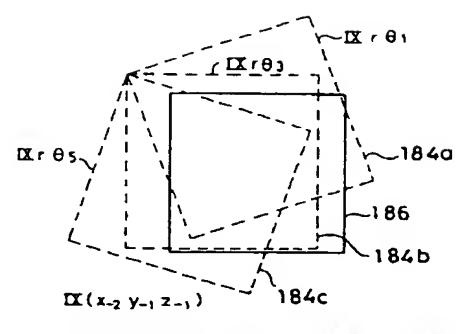
[図12]



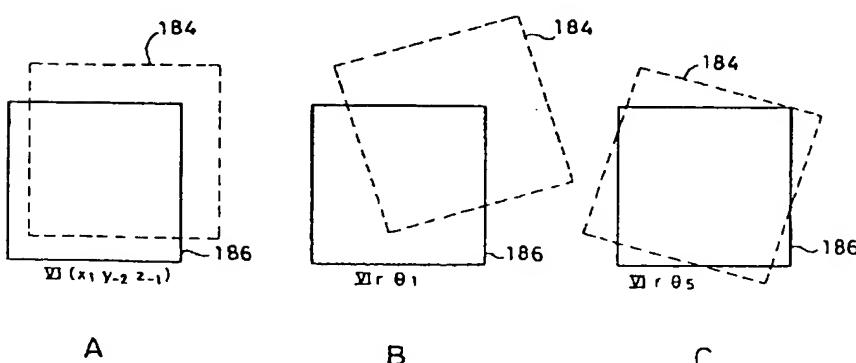
[図14]



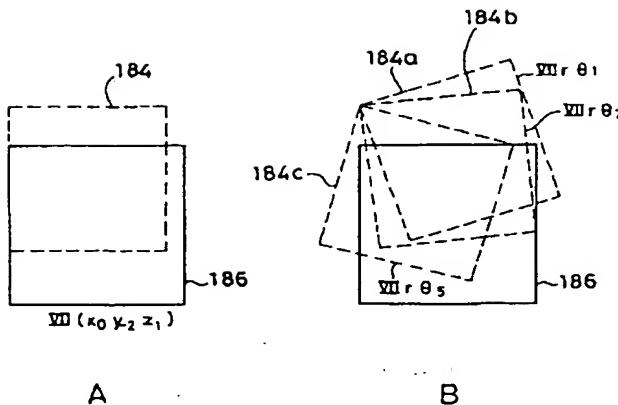
[図18]



[図15]



【図16】

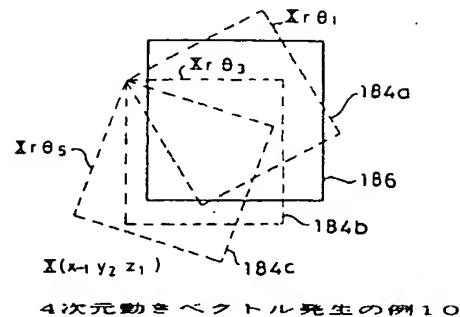


A

B

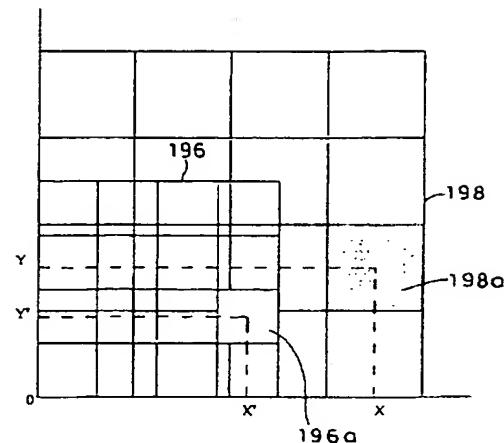
4次元動きベクトル発生の例7

【図19】



4次元動きベクトル発生の例10

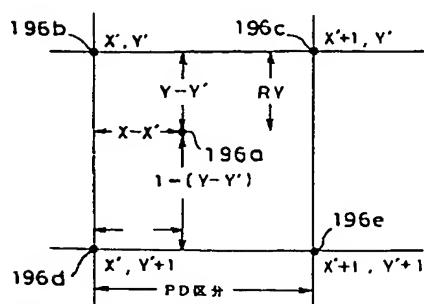
【図21】



ズームイン動作の場合の図20に対する図

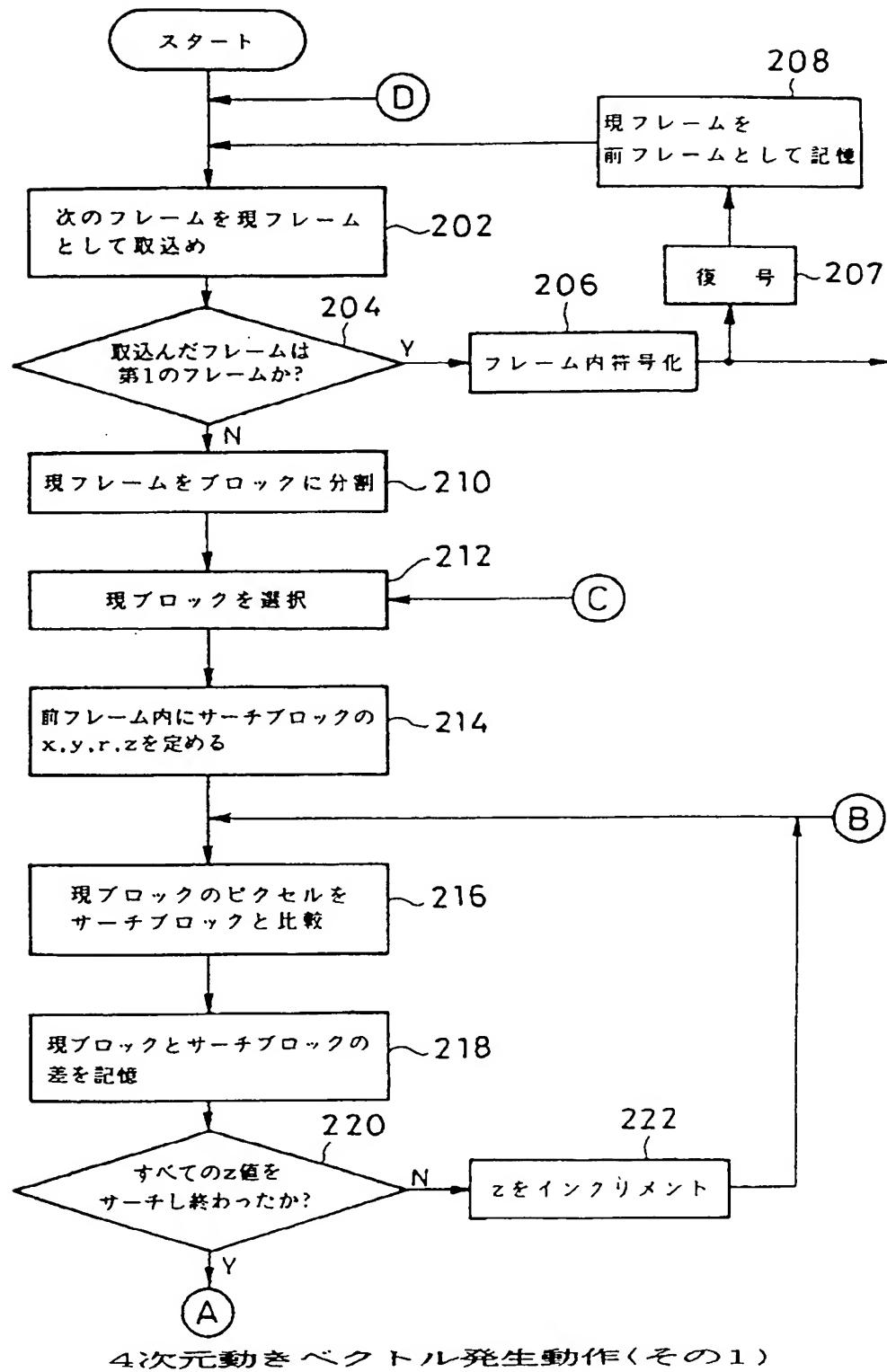
現フレームのブロックピクセルの前フレームの  
対応ブロックピクセルに対する回転

【図22】



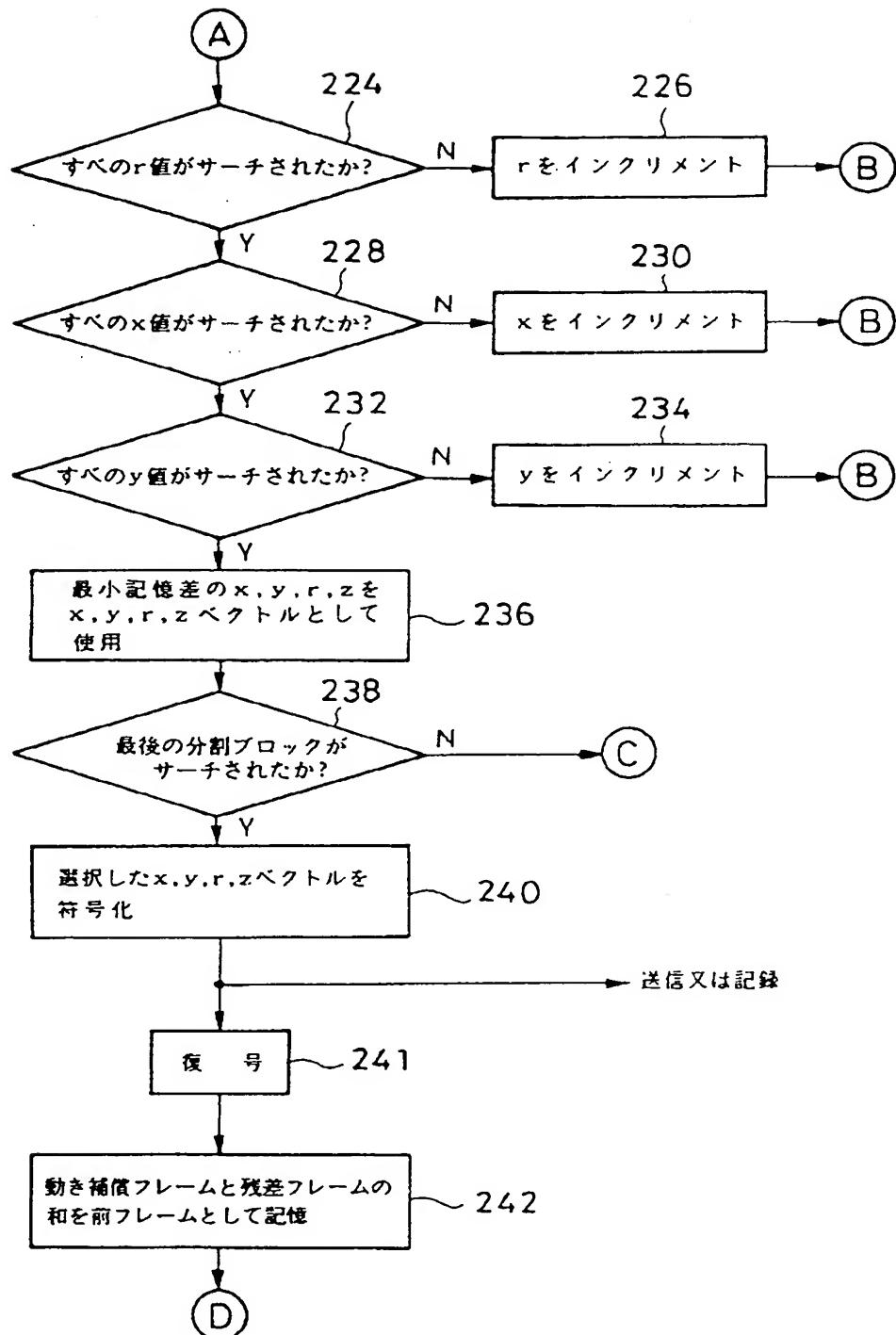
サブブロックのピクセル値の補間方法

[図23]



4次元動きベクトル発生動作(その1)

[図24]



4次元動きベクトル発生動作(その2)

## フロントページの続き

(72)発明者 マーク シャーファ  
アメリカ合衆国 07601 ニュージャージ  
ー州ハッケンサック, ナンバースリー・ハン  
ドレッドアンドシクスティーシックス, プ  
ロスペクト アベニュー 250